



TITLE:

# 石灰窒素の林地・苗畑への適用に関する研究

AUTHOR(S):

柴田, 信男; 上中, 幸治; 小倉, 政市

---

CITATION:

柴田, 信男 ...[et al]. 石灰窒素の林地・苗畑への適用に関する研究. 京都大学農学部演習林報告 1961, 33: 383-424

ISSUE DATE:

1961-10-10

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191339>

RIGHT:

# 石灰窒素の林地・苗畑への適用に関する研究

柴 田 信 男

上 中 幸 治

小 倉 政 市

Studies on Applications of Ca-cyanamide to the Forest and Nursery.

Nobuo SHIBATA, Koji UENAKA and Masaichi OGURA.

## 内 容

緒 言	383	2 スギ苗に対する N- 源, P- 源の検討 試験の1例	404
第一編 石灰窒素の毒性回避並に毒性利用に関する研究	385	1) 実験方法	404
Ⅰ 石灰窒素の毒性回避に関する研究	385	2) 実験結果	405
A 苗畑における石灰窒素の毒性回避試験	385	(1) 苗の生育状況	405
1 試験方法	385	(2) 苗体の化学的組成分	406
2 試験結果	385	3) 考 察	407
3 摘要と考察	386	3 ユーカリに対する石灰窒素適用試験	409
B 石灰窒素の造林地への適用試験	388	1) 試験方法	409
1 造林木への施肥量と実験計画	388	2) 実験結果	410
2 実験結果	389	(1) 生育状況	410
3 考 察	389	(2) 苗木各部の構成割合	411
Ⅱ 石灰窒素の毒性利用に関する研究 (シダ類の絶滅に関する研究)	390	(3) 肥料別苗体の化学組成比較	412
1 目 的	390	3) 摘 要	412
2 シダ絶滅対策	392	4 モリシマアカシアに対する石灰窒素の 適用試験	413
3 実験方法	394	1) 目 的	413
4 石灰窒素のシダ枯殺効果	394	2) 実験方法	413
5 シダ枯殺の為撒布した石灰窒素の残 効	397	3) 実験結果	413
6 摘要と考察	398	第三編 石灰窒素の有機物分解効果に関する研 究	414
第二編 石灰窒素の肥効に関する研究	399	Ⅰ シダ茎葉の分解促進に関する試験	414
Ⅰ 石灰窒素の単用試験成績	399	1 試験の目的	414
1 1957年の実験成績	400	2 昭和34年度の実験	415
2 1958年以降の実験結果の概要	401	1) 実験方法	415
Ⅱ 石灰窒素の肥効増進に関する試験	401	2) 試験結果	415
1 スギ, ヒノキ, クロマツ苗の養成に石 灰窒素を用いる場合の P- 源に対する 検討	401	3 昭和35年度の実験	417
		4 摘要と考察	418
		Summary	419

## 結 言

石灰窒素の主成分は  $\text{CaCN}_2$  (Ca-cyanamide) で、この主成分中の N- 含量は約35%であるが、市販の石灰窒素は遊離の石灰、炭素等の爽雑物を含んでいて、N- 含量は18~23%である。あたかも硫酸に匹敵する N- 含量を示す N- 肥料であるが、硫酸が生理的酸性肥料であるのに対して石灰窒素



はアルカリ性である点がことなる。

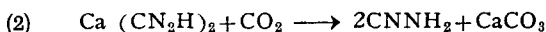
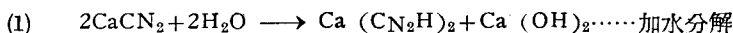
石灰窒素は主成分(上記式)中には50%のCaを含むのであるが、そのほかに夾雑物としても遊離の石灰や炭酸石灰などの化合物の形で含まれ、市販石灰窒素中の全石灰量は約60%に及んでいる。

日本の森林土壌は強酸性で\*\*置換性石灰に乏しい場合が多く、林地施肥にあたっては石灰を加えて土壌反応を矯正すると効果が高い例がかなり多いと考えられる。\*\*\*

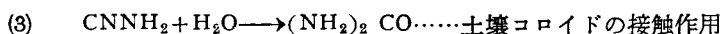
また石灰欠乏が主因の酸性土壌においては、酸性の中和のみでは収益をあげるのに対して不十分であつて、Caが作物に吸収利用されることが効果的であるが、CaCN<sub>2</sub>中の石灰が、特に置換性石灰に乏しい土壌においては著しく吸収されることが放射性Ca<sup>45</sup>を含む石灰窒素を用いた実験で明らかにされている。\*\*\*\*

これらのことが石灰窒素の林地・苗畑への適用方法を検討する必要を考えた一つの理由である。

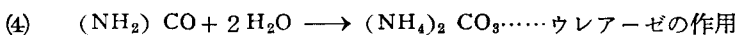
次に石灰窒素の土壌中における分解は通常次のように行われるとされている。



↘ シアナミド(遊離)



↘ 尿素



ここに生じた炭酸アンモニアは、硝酸化成菌の作用により硝酸に変わるのであるが、この硝酸化成はN-肥料のうちで他のものに比しておそい。

これらの反応経路は、土壌条件・温度条件で速度が左右されるが、(2)の反応がおくれる時にはCNNH<sub>2</sub>が重合してC<sub>2</sub>N<sub>2</sub>N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(Dicyano diamide)が出来る。このものは土壌中に1ppm程度の微量でも、硝化作用を数週間停止させる能力があり、これがN-の溶脱防止、脱窒の軽減に働き肥効を高めるということが既に認められている。生育期間が長い、林木、流乏のおそれの多い傾斜地を対象とする施肥にはこのような石灰窒素の特性を利用すると有利な場合があるのではないかと考えられるのが試験をはじめた理由の第2である。

石灰窒素の分解により生ずるCNNH<sub>2</sub>は生物体に著しい毒性をもち、またCNNH<sub>2</sub>が重合して出来るC<sub>2</sub>N<sub>2</sub>N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>もCNNH<sub>2</sub>ほど著しくないが僅かながら植物に有毒作用を与える。

これらの毒性を逆に利用すれば除草剤\*\*\*\*\* 駆虫剤\*\*\*\*\* 殺菌剤\*\*\*\*\* などの農薬として有用である。林業上にもかかる意味において石灰窒素の適用価値があると考えられる。

しかるに林業方面における石灰窒素の適用に関する研究成果はまだ遺憾ながら極めて稀であるので初歩的段階から進めねばならない状態である。筆者等は以上3つの観点から林業上への石灰窒素の適用に関して1957年来実験を行つて来たのでその一端を総括的に報告したい。

\* 橋本三郎(1959) 肥料と施肥の新技術(農耕と園芸, 昭34和年11月臨時増刊)

\*\* 大政正隆(1933) 木曾御料林に於けるヒノキ人工林の土壌酸性度に関する調査(御料林 No.3)

(1935) スギ人工林土壌の酸度並に塩基飽和度について(皇室林野局林業試験報告 3:2)

\*\*\* 佐々木信行, 伊藤幸雄(1953) 小坂鉦煙害地の復旧に関する研究 62回 日林. 大会講 P.116~118

茨木親義, 伊藤幸雄(1955) 小坂鉦煙害地の施肥に関する研究 第2報 63回 日林講 P.200~201

茨木, 伊藤, 小西(1955) 同題 第3報 第64回日林講 P.165~

\*\*\*\* 藤原彰夫監修(1958) 石灰窒素の新らしい研究報告第1集(P.14)

\*\*\*\* 藤原彰夫, 安達和男(1957) 石灰窒素に関する試験報告【基礎試験 研究成果が多数摘録されている。】石灰窒素工業会(1957) 石灰窒素による麦作雑草除去に関する研究

\*\*\*\*\* 奥田東(1959) 肥料学概論(P.258)(養賢堂)

橋本三郎(1959) 前掲(P.162)

\*\*\*\*\* 石灰窒素工業会(1959) ワイル氏病の予防撲滅と石灰窒素

本研究は柴田が企劃指導し、白浜試験地の圃場実験は上中、小倉が担当し、とりまとめは柴田が行った。また研究にあたり日本石灰窒素工業会より研究費の一部を援助された。謹んで謝意を表する次第である。

本研究は主として次の3部に分けられる。

- I 石灰窒素の毒性回避並びに毒性の利用に関する研究
- II 石灰窒素の林木への肥効並びに肥効増進に関する研究
- III 石灰窒素の有機物分解効果に関する研究

筆者はこれらの実験を通じてわが国の主要造林樹種であるスギ、ヒノキ及びアカマツ、クロマツの特性をも考察したいと思う。

しかしII, IIIに関しては未だ幾多の問題が残されており、また一応実験終了の分に関しても本論文集の紙面の都合で摘録し得ない分がある。これらは改めて報告の機会を持ちたい。

## 第一編 石灰窒素の毒性回避並に毒性の利用に関する研究

### I 石灰窒素の毒性回避に関する研究

いうまでもなく、石灰窒素は種子の発芽に障害を与え、また作物の生育を妨げ、あるいは枯死に至らしめることがあるので、播種または床付けの1~2週間前にあらかじめ施しておくよう注意されることは常識となつている。

長く放置すれば安全であるが時に急を要することもあるので、林木稚苗について石灰窒素の施与量、施与後より床替までの経過日数と苗木の活着または枯損の関係を調査した。また林地へ施肥する場合、土に混ぜてから、施与までの日数が苗木に及ぼす影響を調べた。

#### A 苗畑における石灰窒素の毒性回避試験

##### 1 試験方法

石灰窒素の施与量と施与してから苗木を移植するまでの経過日数が移植苗の枯損に及ぼす影響を調査した。この場合、苗木の枯損は床替当時の天候によつて大きく左右されるので、その影響をさけるために移植は同日に一斉に行ふことにした。そこで石灰窒素を施して当日すぐ移植する区以外は2日前、3日前、5日前、10日前、15日前、20日前、25日前というように苗木移植の日より遡つて予め施肥しておいたのである。年度によつてちがうが各区は2回乃至4回繰返しとした。石灰窒素の施与量は $\text{m}^2$ 当り0, 60, 120, 150 gの各区を設けた。これはN-量で $\text{m}^2$ 当り10~30 gに該当することになる。ただし年度によつてその量は多少変更したので第2表を参照されたい。

石灰窒素は整地した地表に撒布してから深さ15cm位の間を耕耘して再び整地しておいたのである。

移植は毎年3月下旬であつたが、その日は第2表に示したようである。移植してから短日間にあらわれる枯損を石灰窒素の有毒作用によると考えることにしたのであるが、全然石灰窒素を施さないでも多少枯損を生じるので、その差が石灰窒素の影響によるものであると考えてよいであろう。

各年度別の石灰窒素毒性回避試験の実施概況はTable 1の通りである。(これによつて樹種格的性格の一端がうかがわれるであろう)

##### 2 試験結果

石灰窒素施与量が同量でもプロットによつてまた年度によつて枯損情況に多少の変異があるが、各区別の平均値を示すとTable 2(次頁)のようである。

Table 1 各年次別石灰窒素の毒性回避試験実施概要

樹 種 試験年度	ス ギ		ヒ ノ キ		ク ロ マ ツ		備 考
	plots 数	試 本 供 数	plots 数	試 本 供 数	plots 数	試 本 供 数	
1957	38	760	38	760	38	760	スギ、ヒノキ、ク ロマツを一床に20 本ずつ植付
1958	60	1260 (299)	60	1260 (180)	60	1260 (130)	
1960	60	1522 (544)	60	1240 (297)	60	1340 (307)	

( ) は枯損本数

1957年は一般に枯損が多かったので記載を省略したするが、大体の傾向として $\text{m}^2$ 当り石灰窒素を100 g 施した区は、スギでは10日をすぎて移植すれば枯損が少なくなるが、125 g 区では15日以上すぎた方がよい。ヒノキやマツでは10日を過ぎれば安全であるということがわかった

第2表は石灰窒素量と施与より苗木移植までの経過日数別に全繰返し区を通じて全体より枯損率を求めたものである。

### 3 摘 要 と 考 察

実験の結果から次のことが推論される。

- i) ヒノキやクロマツに比較してスギは石灰窒素の毒性に対し抵抗力が弱い。
- ii) 石灰窒素の毒性は地温や土性によつてちがうが、その毒性を回避するには、3～4月頃では施与後大体次の日数を経過してから移植するのが安全であると推定される。

Table 3 石灰窒素の施与量と移植に対する安全な放置日数  
Relation between the amount of Ca-Cyanamide and the avoidable days to  
the drug damage of Ca-Cyanamide

石灰窒 素施与量 Amount of Ca Cyanamide applied(g/m <sup>2</sup> )	ス ギ Sugi		ヒ ノ キ Hinoki		ク ロ マ ツ Kuromatsu	
	最 短 minimum	安 全 safty	最 短 mini.	安 全 safty	最 短 mini.	安 全 safty
60	10	15	5	7	5	10
120	10	15	7	15	5	10
150	15	20	10	15	5	10

- iii) 石灰窒素を除草剤駆虫剤として、現在用いられている程度(0.1ha 当り 38～75kg))であれば石灰窒素撒布後10日もすればスギ、ヒノキ苗の移植に対して毒害はないと考えてよい。ただし有毒作用のある  $\text{CNNH}_2$  の分解は高温時早く、畑地状態は水田状態よりも早い。また土壌が酸化状態の時に早く、還元状態の時には極めておそいので、実際の適用にあたってその時期や土壌によつて多少加減すべきである。

\* 奥田東 (1959) 前掲 P.258  
松木五楼 (1947) 改訂土壌肥料相談 P.227

Table 2 石灰窒素の施与量、施与より移植までの経過日数と苗木の枯損率との関係  
 Relation between the amount of Ca-cyanamide applied or days from applied the Ca-cyanamide to the transplanting and % of the dead seedlings

樹種 Kuid of trees	経過 日数	試験年度	1958				1960			
		苗移植 月日	3月28日				3月30日			
		調査月日	5月9日				4月16日と5月9日 ( )内は総枯損率			
		石灰窒 施与量	0	60	120	150	0	59	118	177
スギ	0	8	68	95	98	0 (1.9)	40.7 (54.6)	41.7 (56.5)	50.4 (82.6)	
	2 (3)	19*	67	81	95					
	5 (7)		33	(10)	43	0 (4.6)	4.3 (28.7)	24.0 (60.1)	35.2 (68.7)	
	10		8		16	0 (16.7)	0 (13.0)	1.9 (19.5)	13.0 (46.3)	
	15	5	8	19	8	0 (0)	1.3 (7.6)	13.2 (26.4)	13.2 (41.0)	
	20	9	0	14	8					
	25			5	5					
ヒノキ	0	0	26	79	95	0 (3.7)	6.5 (37.9)	3.7 (38.4)	14.8 (49.0)	
	2 (3)	0	3 (2)	62 (21)	76					
	5 (7)	0	2	0	26	0 (0)	0.9 (13.0)	0 (24.1)	0 (16.7)	
	10		0	0	7	0 (5.5)	0 (6.5)	0 (23.1)	0 (13.9)	
	15			10	7	0 (2.1)	0 (0.0)	0 (11.7)	0.7 (16.7)	
	20	12	5	2	0					
	25			0	0					
クロマツ	0	0	31	59	72	0 (2.8)	11.1 (38.9)	10.2 (36.1)	33.3 (62.0)	
	2 (3)	0	33	43 (24)	38					
	5 (7)	0	0	0	(19)	0 (5.5)	0.9 (15.7)	0.9 (4.4)	13.0 (38.0)	
	10	0	0	0	2	0 (2.8)	0 (6.5)	0.9 (4.6)	3.8 (18.6)	
	15	0	0	0	0	0 (3.5)	0 (9.0)	3.5 (14.6)	4.8 (27.7)	
	20	0	0	0	0					
	25	0	0	0	0					

\* 異常値と思われる。

iv) 苗畑へ N-肥料として石灰窒素を用いる場合には、毒性の点より N-の全量を石灰窒素として与えることなく、 $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{3}{4}$ は他の形で与える方がよいのではあるまいか。\*

v) 石灰窒素は単独でなく過石や塩化加里を併用すると薬害が少ないようにも思われる。

\*これは例外的なことであるかも知れないが、石灰窒素を多量に施すとその年の天候などによつておそくなつても思いがけぬ薬害が出ることもある(第4表)と思われる。1958年に、枯死苗のあと地に補植してから改めて80日を経過して枯損率を見たところ次のような結果につた。

Table 4 石灰窒素を施してからかなり過ぎても薬害の出ることがある例(昭和33年度)

樹種	石灰窒素施与より移植までの日数	石灰窒素施与量 (g/m <sup>2</sup> )			
		0	60	120	150
スギ Sugi	0	3	21	22	49
	5	7	29	54	50
	10	25	19	26	50
	15	0	9	20	42
ヒノキ Hinoki	0	6	46	54	52
	5	0	18	36	25
	10	8	10	35	21
	15	3	0	17	24
クロマツ Kuromatsu	0	4	42	40	43
	5	11	22	10	38
	10	4	10	6	22
	15	5	14	17	24

石灰窒素を施した区が著しく枯損率が高いので石灰窒素の薬害と考えねばならないであろう。

## B 石灰窒素の造林地への適用試験(造林地での毒性回避試験)

石灰窒素は流乏が少なく緩効性で塩基性であるので急斜地、酸性の強い林地では特に肥効が期待される。また別の面からは、その毒性を利用して雑草の抑制をはかりつつ肥培効果をあげられるのではないかということである。これらの目標のために2～3の実験を行つたのでその結果を報告する。

### 1 造林木への施肥量と実験計画

**標準施肥量の算定** 従来林地用肥料としては④固形肥料が広く用いられている。一般林地用としてその2号を用いる場合にはha当り3,000本植の時スギには11ヶ、165gが標準量とせられる\*。2号は3要素の配合比が5:3:3であるので、165g中にはN:8.25g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:4.95g, K<sub>2</sub>O:4.95gとなる。

石灰窒素は多少湿気を含むとしてここではNの含有率を20.5%とすれば上記8.25gのNを与える為には40gの石灰窒素を与えることになる。

次にヒノキの標準施肥量はスギの $\frac{1}{2}$ 、アカマツは $\frac{1}{3}$ とせられるので本試験ではヒノキには石灰窒素20g、クロマツには同14gを標準施肥量とした。この標準施肥量に対して $\frac{1}{2}$ 量区、1.5倍量区を設けた。

\* 芝本武夫 森林増強用固形肥料について

別に石灰窒素に過磷酸石灰と塩化加里を加えて3要素を配合した試験区を設けた。  
施肥試験設計は Table 5 に示したようである。

Table 5 林地における石灰窒素適用試験設計  
Experimental plan for application of Ca-cyanamide to the planted trees.

		1 本 当 り 施 肥 量 g per one tree			備 考
		スギ Sugi	ヒノキ Hinoki	クロマツ Kuromatsu	
石灰窒素 Ca-cyanamid (only) plot	1/2 量 区	20	10	7	石灰窒素と土との配合は 1953年8月1日で 施肥月日はA区：8月1 日、B区：8月6日、C区 ：8月11日、D区：8月 16日である
	標準量区	40	20	14	
	1.5 倍量区	60	30	21	
三要素 配合区 Three elements plot	石灰窒素	40	20	14	
	過石	30	15	10	
	塩加	10	5	3	

石灰窒素量にその8倍量の苗畑土壌（N含量約0.1%）を混合しておいて、混合の即日施与するもの、5日後、10日後、15日後施与の4種とし、石灰窒素に土を混合してから施肥までの経過日数と、葉害並びに肥効の影響を調べることにした。

なおこの実験が8月に実施された理由は、これより少し前に研究費の配布をうけたので直ちに実施したのであつて実験の適期であるとはいえない。

試験地はヒノキはⅡ林班でスギとクロマツはⅩⅤ林班である。

試験地内の供試木には一連の番号を附しておき、各番号に対する施肥量、施肥期日は抽せんによりきめた。

## 2 実 験 結 果

石灰窒素は Cyanamide が存在する間は植物に有害であるが、樹種によつてそれらの害作用に対する抵抗性がちがうであろう。

実験の結果は Table 6 に示したようであるが、なお下枝が僅かに黄色となる程度の軽微の害作用もあり、また枯れないけれども下枝が一部落葉するなどの影響もあるわけである。

この実験の結果は、ヒノキ、アカマツでは無肥区にもかなりの葉枯現象があつて、石灰窒素施与区がさらにそれより高い葉枯現象が必ず起つているともいえないのである。葉枯の現象も石灰窒素を60g施したものには多いと認められるが、ただし全枯のものを見ると、スギの場合石灰窒素を土と混ぜて5日後に施したものに多い傾向は認められるがヒノキやアカマツでは枯れていない。

## 3 考 察

以上のことを総合して見ると石灰窒素を造林木に与える場合にはひかえ目にして40g以内とし、8倍量位以上の土と混合してから5日以上を経過してから施すべきである。

たとえ枯死に至らなくても葉枯れ現象は苗木の生育に悪い影響を残すものと察せられるので、アカマツに対しては40g以下にすべきで、スギならば60gでも土と混ぜて15日以上経過すれば安全のようである。ただしこのことは8月に行つた実験結果であるが、若し5～6月頃に根元から遠くはなして施せば葉害が少ないのではないかということも考えられる。石灰窒素の造林木への肥効は期待出来る

ので\* あるが施与方法にはなお検討の必要がある。

Table 6 石灰窒素の施与が造林木に及ぼす影響  
Comparison of the effect of Ca-cyanamide and mixed fertilizer on the planted seedlings.  
(供試木各群11本ずつの中の葉枯, 枯死の本数を示す)

樹 種 Kind	経過日数 Days after mixed	無 肥 料 non fertilizer		石 窒 Ca-cyanamide g/a tree						配合肥料 Mixed fertilizer	
				20		40		60			
		葉枯 ★	全枯 ★★	葉枯 ★	全枯 ★★	葉枯 ★	全枯 ★★	葉枯 ★	全枯 ★★	葉枯 ★	全枯 ★★
ス ギ Sugi	0	2	1	2	2	2	1	0	0	3	2
	5	0	4	0	8	2	6	5	4	3	4
	10	0	0	2	0	5	0	8	0	5	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒ ノ キ Hinoki	0	6	1	2	0	5	0	3	0	3	0
	5	2	0	3	0	3	0	1	1	6	2
	10	2	1	3	1	2	1	4	0	3	6
	15	4	0	7	0	7	0	8	0	7	0
ア カ マ ツ Akamatsu	0	4	0	1	0	5	0	4	0	3	0
	5	4	0	1	0	3	0	4	0	4	0
	10	2	0	1	0	2	0	6	0	2	0
	15	0	0	1	0	7	0	9	1	9	0

\* 葉の一部枯れる died a part of the leaves

\*\* 枯死 dead seedlings

## Ⅱ 石灰窒素の毒性利用に関する研究（シダ類の絶滅に関する試験）

### 1 目 的

ウラボシ (*Dicranopteris glauca* Nakai) 及びコシダ (*D. dichotoma* Bernh) は本州中南部、四国、九州、琉球にわたって広く分布し、常緑・多年生で、年々生長し、密生し前者は高さ1~1.5mに及ぶ。伐採跡地や疎林内にこれらが一旦侵入すれば、たちまち足のふみ入れる場所もない様に繁茂し、その茎幹の堅いことと、特にイバラ類や萌芽灌木を抱擁して刈払いを困難ならしめ、刈払つても再び発生して来て勢をたくましくし造林作業を困難ならしめるものである。(写真 No.1 No.2参照)

これが絶滅対策についてかつて熊本営林局の依頼を受けて同管内を廻ったことがあるが、想像以上の暴威を振っていることに驚かされたのであつた。当時これが対策に関して熊本営林局武雄営林署と合同して同営林署管内及び白浜試験地で2~3の調査を行つたが、白浜試験地内でシダ類の生立ち状況を調査したうち数例を摘録すると Table 7 のようである。Table 7 の数値は、各調査月日とも3ヶ所で調査した平均値である。

この表で明かなようにシダは80~100cm位のものが多く、時に2mに及ぶものがあり、かつm<sup>2</sup>当り100本以上で180本に及ぶところがある。このことが刈払いのために多大の労費を要するし、刈払つても再び移しい再発生を見るに至るのが常である。

\* 柴田信男, 上中幸治 (1959) 造林木に対する肥効について 日林・関西支部大会講 9号, P.85~87

Table 7 白浜試験地におけるシダ密生地帯の状況  
 The condition of Shida closed zone at Shirahama Experimental Forest.  
 m<sup>2</sup> 当りの生立本数と高さ階別本数分布状況並に刈取り跡地の再発生状況  
 (各調査とも3ヶ所ずつ行つた平均値である)

刈取 高さ階別 Height(cm)clases	種別 Kind 調査月日 Date of observation	ウ ラ ジ ロ (D. glauca)					コ シ ダ (C. dichotoma)				
		29年 (1954) 8月5日	〃	〃	〃	〃	29年 (1954) 8月5日	〃	〃	〃	〃
		平均	〃	〃	〃	〃	平均	〃	〃	〃	〃
〜 30		1		1		1	1	1	3	1	1
〜 60		40	13	37	22	18	26	44	46	17	14
〜 80		33	32	44	40	40	38	48	57	40	30
〜 100		26	39	23	21	38	29	30	42	53	37
〜 120		8	14	10	13	6	10	2	8	14	8
〜 140		3	3	3	7	8		2	5	4	4
〜 160		1		1	3	3	2			1	
〜 180		1	1			1	1				
〜 200			1								
計		113	103	119	106	114	111	107	155	178	135
混生している広葉樹本数 Numbers of Shrubs mixed with Shida		7	4	2	1	8	4	1	3	6	1
刈取跡地に 再発生シダ Numbers of regenerated Shida	調査年月	30年 (1953) 2月5日	〃	〃	〃	〃	30年 (1955) 2月5日	〃	〃	〃	〃
	高さ階別 (cm)	2.20	3.5	4.5	4.5*		2.20	3.5	4.5	4.5*	—
	〜 20	48	31	21	34	24	32	33	14	29	44
	〜 40	2	1	0	13	19	6	—	—	3	7
計		50	32	21	47	43	38	33	14	32	51

\* 10月5日刈取跡地のシダ発生状況 (m<sup>2</sup>当り本数)

因に昭和29年7月5日に刈払つた箇所のシダの再発生状況は30年1月5日の調査で次のようであつた。

	ウラジロ	コシダ
〜 20	46	23
〜 40	—	—
計	46	23

シダ密生地帯の造林上の支障として他の面から考えられることは、シダ密生の為に雨水はその茎葉によつて遮断され、地表に到達する量が少なくなるばかりでなく、シダの地下茎は matt 状に地表を覆つていて辛うじて茎葉をつたつて来た少量の雨水さえ地下に侵入するのを妨げている。いま武雄管林署管内のシダ地帯について、土壤水分を測定した1例は、Table 8 のようである。

この結果からも明らかなように、シダ地帯の土壤は表層より下層まで常に、特に下層において著しく乾燥しがちの状態である。

このことは有機物の分解、腐植の地下滲透を妨げて、A層の発達を妨げ、シダ地帯特有の土壤断面を形成するに至る。(写真No.3 No.4参照) 瘠悪林地の類別において林床植生の特徴として、ウラジロ、コシダがあげられる\* のも当を得たものである。

\* 橋本与良 悪瘠林地とその改良 (林野庁)



Table 8 シダ密生地帯及び同造林地の土壌含水量の例 (1954年8月)  
熊本営林局武雄営林署管内 清松孚氏に依頼して測定して貰った数値  
Soil moisture % at Shide closed area

調査地の状態		Surface soil 表 土		20~25 depth (cm)		30~35 depth (cm)	
		対生 量 %	対気 乾物 %	対生 量 %	対気 乾物 %	対生 量 %	対気 乾物 %
A	現在シダの密生している地帯	24	34	22	28	24	32
B <sup>1</sup>	1954年春 火入地拵地	31	45	25	38	26	35
B <sup>2</sup>	無火入地拵地	32	47	26	36	26	35
C <sup>1</sup>	1951年火入して地拵し造林した所	22	29	21	27	21	27
C <sup>2</sup>	1951年無火入れ地拵し造林したところ	23	30	19	23	21	27

土壌試料採取日 A B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> は1954年8月11日, C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> は同年8月16日  
水分量は採取時より気乾までの減量で計算した。

故にシダ密生地帯の対策はシダを刈払っただけでは不十分で満足されない。

シダの地下茎は、matt 状をなしかつ土壌の水分状態とも関連して分解がおそい。植栽にあたっては、地下茎を切断して植付穴を掘ることが困難で植穴が小さくなり、また凹形になりやすいなどの支障がある。それでシダ地帯の地拵に際しては火入が必要であるとせらる。

以上の理由により、シダ地帯の造林対策としては、シダの再発生を防ぐような方法と、地下茎の分解を促進する方法をとることが重要な問題となる。

## 2 シダ絶滅対策

シダ地帯の地拵は、単に刈払うとか火入れをすとかの他に殺草剤\* (クロレートソーダ, 2,4Dソーダ, 2,4D アミン, 塩素酸カリ) を用うる方法, 火焰放射器\*\* を利用する方法などが試みられて来た。

刈払う場合にはこれまで下刈の時期に関して、地下茎の貯蔵養分の最少となる時期\*\*\* を選ぶということが考えられるが、これまでシダ類に関しては、そのような報告を知らない。そこで前記のように武雄営林署と協同の下に同署管内で採取して貰った試料と白浜試験地で採取した試料とについて、地下茎の貯蔵養分 (蛋白質) として、N の定量を行なった。分析には薬師寺清雄氏の協力を得た。その結果は Table 9 のようである。このことは次に述べる石灰窒素の撒布時期にも関連して重要なことであると考えられる。

この表から地下茎の蛋白態窒素は、九州武雄営林署管内では、ウラジロは7月中旬に、コシダは6月中旬頃に、和歌山県白浜附近では、ウラジロは8月上旬、コシダは7月上旬頃に最少となるようである。上田・内村が測定したところによると、ケネザサにおける澱粉は幹でも地下茎でも7月中旬に

\* 猪原俊夫 (1953) 羊歯類撲滅薬剤撒布試験 (予報) 日本林学会関西支部四国大会講 P. 91~

\*\* 下田瑞穂 (1955) シダ整理に関する研究 (I) 林試報告 79

〃 (1957) 〃 (II) 林試報告 99

\*\*\* 服部誠治 (1936) 下刈の季節的効果 京大卒業論文 No. 135

中島 武 (1937) ネザサの根部の貯蔵物質の季節的消長について 京大卒業論文 No. 145

シダ類地下茎の全窒素含有率の年度化  
Table 9 Annual variation of total nitrogen content (%) in rhizomes of Shida  
(対乾物 %)

採取月日 Date	武雄営林署 Takeo		採取月日 Date	白浜試験地 Shirahama	
	ウラジロ D. glauca	コシダ D. dichotoma		ウラジロ D. glauca	コシダ D. dichotoma
1月15日	0.268	0.277	2月5日	0.303	0.304
30日	0.243	0.311	20日	0.283	0.296
2月15日	0.237	0.255	3月5日	0.345	0.295
3月15日	0.263	0.273	20日	0.347	0.298
30日	0.262	0.252	4月5日	0.300	0.284
4月15日	0.273	0.240	20日	0.286	0.316
30日	0.239	0.230	5月5日	0.345	0.316
5月15日	0.230	0.209	20日	0.368	0.321
30日	0.242	0.203	6月5日	0.303	0.269
6月15日	0.212	<b>0.200</b>	20日	0.292	0.262
30日	0.232	0.240	7月5日	0.277	<b>0.256</b>
7月15日	<b>0.199</b>	0.238	20日	0.272	0.258
30日	0.241	0.246	8月5日	<b>0.260</b>	0.291
8月15日	0.209	0.259	20日	0.298	0.277
30日	0.286	0.259	9月5日	0.289	0.307
9月15日	0.276	0.256	20日	0.292	0.291
30日	0.281	0.265	10月5日	0.292	0.275
10月15日	0.303	0.283	20日	0.322	0.266
30日	0.285	0.283	平均 Average	0.304	0.287
11月15日	0.290	0.283			
30日	0.256	0.257			
12月15日	0.274	0.296			
平均 Average	0.254	0.255			

武雄営林署は分3ヶ所の試料の平均,

白浜の分はウラジロは3ヶ所、コシダは2ヶ所の平均値

最少である。\* シダの刈払いの時期は、その跡地へ再発生して来たシダの量から考えると Table 7 のように、8月下旬から9月上旬のようウラジロの方が早く刈払つた方がよいように思われる。ただし Table 9 の結果によるともう少し早い方がよいことになるので再検討を要する。次に述べる石灰窒素によるシダ枯殺の時期もこれに関連して実施すべきであろう。

さて2-4 Dなどの枯殺剤は、枯殺効果があるにしても、地下茎の分解の促進に効果があるやいなや? 有機物の分解は炭窒素率 (C-N Ratio) が大きいとおくれ有機物体中の N- 含量が少ないと、有機物分解に関与する微生物と作物との間に、N- の争奪がおり、作物が N- の飢餓状態になることが考えられる。その窒素飢餓状態のおこる限界炭窒素率は、いろいろの状態異なるが大体 C : N が15 : 1 位で、それより大きいと窒素飢餓状態になるとされている。\*\*

シダ類について N- 含量を測定した結果は、Table 9 に示したように少量であるから炭窒素率が極めて大きいことになる。シダ地帯の土壌中の N- 含量も、他の林地に比して極めて少量である。

シダ地帯の育林上の問題点は、第1にシダの枯殺(再発生を防ぐため地下茎までも枯殺すること)

\* 上田弘一郎, 内村悦三 (1956) ケネザサの時期による貯蔵澱粉の動きについて 日林・関西支部大会講演集 6号

\*\* 奥田 東 (1959) 肥科学概論 P.120~121

第2に、地下茎の分解促進、第3に植付けた苗木へのN-の補給にあると考えられる。

それらに対して石灰窒素の効用が考えられるので、2、3の実験を行なったのである。

### 3 実験方法

1958年白浜試験地内第Ⅲ林班に設定したシダ枯殺試験地は、北面約35°の傾斜地である。

第1試験地は、シダを刈払わないで石灰窒素を撒布し、シダの地上部、地下部の枯殺をはかる区、対照のためにシダを刈払った区を1部に設けた。

第2試験地、主としてシダを刈払ってから撒布し、地下茎の枯殺をはかる試験区である。

第1試験地は、1区劃を5m×6mの30m<sup>2</sup>づつとし、石灰窒素撒布量は、m<sup>2</sup>当り0、150、300、600gの4plotsを設けた。

石灰窒素の撒布は、各区の間に約1m幅を刈払い、通行出来るようにして、そこから内方に向つて手で撒布したのである。4回繰返しとした。各plotの配置状態は第1図(422頁)に示したようである。他に対照の為シダを刈払ってから石灰窒素を撒布する区を設けた。これはm<sup>2</sup>の石灰窒素量を、前者より少なくした。これは各1区づつである。

第2試験地は、1区劃2.5m×4m=10m<sup>2</sup>であつて、また刈払ってから撒布するので、石灰窒素量を減らしm<sup>2</sup>当り0、25、50、100、200gの5区とし、各3回繰返しとした。

配置図は省略するが大体第1試験地群に準じた。

以上の試験設計は、Table 10 に示したようである。

Table 10 シダ枯殺試験の実施計画  
Experimental plan to kill the Shida by the poison of Ca-cyanamide

試験地	試験区 plots	シダの状態 Condition of Shida	1plotの面積 Area(m <sup>2</sup> ) one plot	石灰窒素撒布量 Amount of Ca-cyanamide (g/m <sup>2</sup> )	繰返し Repeat	石灰窒素撒布日 Date of Spreading
第1試験地 First Experiment	A	刈払わないで石灰窒素撒布	30	0	4	1958. 5. 10
	B	Spreaded	30	150	4	"
	C	Ca-cyanamide	30	300	4	"
	D	Non cut off the Shida	30	600	4	"
	E	1 刈払ってから石灰窒素撒布	30	E1 50	1	1958. 5. 10
		2 Spreaded	30	E2 100	1	"
		3 Ca-cyanamide	30	E3 200	1	"
		4 after cut off the Shida	30	E4 400	1	"
第2試験地 Second Experiment	g	刈払ってから石灰窒素撒布	10	0	3	1958. 6. 20
	a		10	25	3	"
	b	Spreaded	10	50	4	"
	c	Ca-cyanamide	10	100	5	"
	d	after cut off the Shida	10	200	5	"

bとdの繰返しが多いのは試験地のシダの状態などを考慮して、ラテン方格式の位置から離して別に設けたのである。

### 4 石灰窒素のシダ枯殺効果

#### 1) 第1試験地の結果 (1)石灰窒素効果の肉眼的観察結果

石灰窒素を撒布してから7日後には、かなりシダの葉が赤変し、その後次第に効果が拡大していった。赤変した部分の面積割合を目測した結果は Table 11 のようであつた。

Table 11 石灰窒素撒布によりシダの青葉の赤変した面積割合%  
Percentage of area which changed from green leaves to red by Ca-cyanamide.

(日測による)

試験区 経過日数	A 区 0 g/m <sup>2</sup>		B 区 150g/m <sup>2</sup>		C 区 300g/m <sup>2</sup>		D 区 600g/m <sup>2</sup>	
	7日後	19日後	7日後	19日後	7日後	19日後	7日後	19日後
小試験区								
1	0	0	5	10	10	25	50	50
2	0	0	10	10	20	50	30	70
3	0	0	10	15	20	50	80	95
4	0	0	10	30	20	30	80	95
平均	0	0	9	19	18	39	60	78

この結果と刈取後重量による枯死率を求めた結果とを対照して見ると、石灰窒素の撒布量がm<sup>2</sup>当たり150~300g位の時には、19日頃まででは効果が完了していないが、600gになれば、19日でほぼ薬効が完了する程に、急速に石灰窒素の毒性が現われるようであることが知られる。

## 2) 石灰窒素効果：重量測定結果より (12表)

Table 12 シダを刈払わないで石灰窒素を撒布した場合のシダ枯死率 (重量%)  
Weight of Shida surviving or died at the non cut area and percentage of dead Shida by Ca-cyanamide

撒布量 生乾別 摘要区			A (0g/m <sup>2</sup> ) 区		B (150g/m <sup>2</sup> ) 区		C (300g/m <sup>2</sup> ) 区		D (600g/m <sup>2</sup> ) 区	
			生 重 量 *	気 乾 重 **	生 重 量 *	気 乾 重 **	生 重 量 *	気 乾 量 **	生 重 量 *	気 乾 量 **
1	シ 生 ダ 立 Total weight of Shida survived (kg)	1	143.0	54.7	76.7	35.4	86.6	42.5	133.9	76.6
		2	101.5	43.6	116.0	56.2	68.5	30.4	106.5	57.9
		3	40.5	15.5	107.4	55.4	54.5	26.6	40.6	20.7
		4	30.1	11.5	40.9	21.5	43.5	21.4	72.0	41.2
		平均	78.8	31.3	85.3	42.1	62.3	30.2	88.1	49.1
2	枯 死 し た 量 Weight of dead Shida (kg)	1	0	0	27.2	16.5	42.1	25.5	113.9	69.0
		2	21.5	13.0	54.5	33.0	19.0	11.5	77.5	47.0
		3	0	0	64.4	39.0	25.5	15.5	23.1	14.0
		4	0	0	26.4	16.0	21.5	13.0	61.0	37.0
		平均	5.4	3.2	43.1	26.1	27.0	16.4	68.9	41.9
3	枯 死 率 % of dead Shida (%)	1	0	0	35.4	46.6	48.6	60.0	85.1	90.1
		2	20.9	29.8	47.0	58.7	27.8	37.8	73.1	81.2
		3	0	0	59.9	70.4	46.8	58.2	56.9	67.6
		4	0	0	64.5	74.4	49.4	60.7	84.7	89.8
		平均	6.8	10.4	50.6	62.0	42.7	54.2	78.1	85.3

\* Fresh weight, \*\* air dry weight.

石灰窒素を撒布してから、約10ヶ月を経過した1959年3月5日に試験地内のシダを刈取つて、枯死した部分と、生き残っている部分とを肉眼で大体区別し、その重量関係を求めた結果は Table 12 のようである(13頁)。

本調査は、全量を刈取つた当時の重量で求めておき、その1部を風乾状態にまで乾燥して、その減量を求め、それらの値から含水率を計算して全量の気乾量を求めたのである。

Table 12 (附) シダ茎葉の含水率  
Moisture content in the fresh Shida

	測定した試料数 No. of sample	含水率 (対生量%) moisture %
ウ ラ ジ ロ D. glauca	4	57.1
コ シ ダ D. dichotoma	5	48.1

因に生きていたシダの含水率は実験の結果左表のようであつた。

この結果で気づいたことは、1) シダの高さが70cm程度の低い場合、または密生している場合には枯殺率が高い。これは石灰窒素を均一に撒布出来るからである。2) シダが高く繁茂していると効果にむらがある。

以上のことから石灰窒素を均一に撒布するように工夫する必要がある。

### 3) シダ地下茎の腐朽状態(Table 13 参照)

いま各 plots について1959年8月に1 m<sup>2</sup>の調査区を設けて、シダ地下茎を堀りとり、肉眼と触感により生きているものと既に腐朽しかかっているものに分け、気乾状態でそれらの重量割合を求めて見たところ Table 13 のようになった。

石灰窒素を撒布しなかつた地域内でも既に腐朽しかかっている地下茎がかなり多量あるが、撒布量が多くなるにしたがつて腐朽した地下茎の割合が多くなることは明らかであるから、石灰窒素の効果は確実であると推断してよいと考えられる。

### 4) 第2試験地の結果

シダを刈払つた跡に、1958年6月20日石灰窒素を撒布し、約14ヶ月を経た1959年8月に跡地のシダ発生状況を調査した結果は Table 14 のようである。

石灰窒素を撒布しない区は、刈払つてからの再發生量がかかなり多いが、それにもましてm<sup>2</sup>当り25gの石灰窒素を撒布した区が多い結果を示している。これは石灰窒素の毒性よりも肥料としての効果によるものかとも解せられるが再検討を要する。石灰窒素撒布量がm<sup>2</sup>当り50g以上の区では、シダの再發生が抑制されることは明らかである。特に200g区は効果が顕著である。

これらのことは、第1試験地のシダを刈払わないで撒布した区の結果と比較してもうなづかれることである。

川名\*・杉浦\*\*等が尾鷲で行なつた実験によつてもm<sup>2</sup>当り100~188gの石灰窒素で、コシダ枯殺の目的が達せられるとしているので、シダを刈払つて撒布する場合にはm<sup>2</sup>当り100~200gが適量ということになろう。しかし更に多いと一層枯殺効果が大きくかつ次のべる植栽木への肥培残効が大きいのである。

### 5 シダ枯殺のため撒布した石灰窒素の残効について

シダ枯殺試験のために、1958年5月又は6月に石灰窒素を撒布した跡地に1959年3月ヒノキ苗を植栽した。この場合に前記第1試験地は、第1図(422頁)の1列にはha当り2,500本、第2列には5,000本、第3列には10,000本、第4列には40,000本の割合で一齊に植栽したのである。各区についてその生長

\* 川名 明 (1959) 林地での石灰窒素の効用 (石灰窒素だより)

\*\* 杉浦孝蔵, 川名 明, 松永栄夫 (1960) 石灰窒素によるコシダ及びウラジロの枯殺効果について 第70回日林・大会講 (P. 286~291)

川名 明 (1960) コシダの多い林地の改良法 (石灰窒素工業会)

Table 13 石灰窒素の撒布量とシダの地下茎の腐朽割合％  
Percentage of rhiyome of decayed

試験地	摘 要 調査した	(1) 生きた地下茎 Weight of survived rhizomes (g)	(2) 腐朽地下茎 Weight of decayed rhizomes (g)	(3) 計 total (g)	全地下茎に対する 腐朽した分の割合 % of decayed rhizomes (%)
		(g)	(g)	(g)	(%)
A (無撒布) non	1	132	110	242	45
	2	61	78	139	56
	3	176	75	251	30
	平 均	123	88	211	44
B (150g/m <sup>2</sup> )	1	320	225	545	41
	2	52	127	179	71
	4	27	143	170	84
	平 均	133	165	298	65
C (300g/m <sup>2</sup> )	1	63	116	179	65
	2	34	138	172	80
	3	72	446	518	86
	4	33	346	379	91
	平 均	51	262	312	81
D (600g/m <sup>2</sup> )	2	42	214	256	84
	3	22	386	408	95
	4	28	142	170	84
	平 均	31	247	281	88

Table 14 はじめにシダを刈払つておいて石灰窒素を撒布した時のシダの再発生状態  
The regenerated state of Shida at the spreaded area of Ca-cyanamide.

(m<sup>2</sup>当り)

石 灰 撒 布 量 Amonnt of Ca-Cyanamide applied (g/m <sup>2</sup> )		再発生したシダの状態石窒を撒布してから14ヶ月後 Regenerated conditiog of Shida		
		本 数 Numbers of regenerated Shida (本)	平 均 高 Height(Avarage) (cm)	生 重 量 Fresh weight (g/m <sup>2</sup> )
g	0	75	6	42
a	25	82	6	60
b	50	27	5	18
c	100	40	5	21
d	200	6	5	6

状態を1960年9月に調査した。

植栽当初の各区の苗の大きさには差がなかったものとして、1960年9月の状態において、石灰窒素を撒布しなかったA区の根元直径、樹高、枝幅を夫々100として、石灰窒素撒布区のB.C.D区の比較値を示すとTable 15のようである。

Table. 15 シダ枯殺のために撒布した石灰窒素の残効比較  
Effects of Ca-cyanamide which were spreaded to kill the Shida on the growth of Hinoki seedlings

区 別	摘 要 植栽 本数 (本/ha)	A 区 (石灰窒素を撒布しなかった区) の生育状況 Growth condition of the seedlings (cm)	石灰窒素を撒布しなかったA区大きさを100とする時の各区の比較 Ratio (A plot as 100)		
			B区 (150g/m <sup>2</sup> )	C区 (300g/m <sup>2</sup> )	D区 (600g/m <sup>2</sup> )
根 元 直 径 Diameter	2,500	0.80	96	106	126
	5,000	0.68	115	146	165
	10,000	0.63	117	111	160
樹 高 Height	2,500	56.9	123	145	153
	5,000	56.0	112	144	154
	10,000	57.3	112	133	148
枝 巾 width of branches	2,500	43.4	134	106	141
	5,000	40.5	116	122	153
	10,000	35.8	117	113	159
35年度の 伸長量 * Height growth in 1960	2,500	20.6	124	140	169
	5,000	19.4	108	138	145
	10,000	22.1	104	142	149

\* 枝の分岐状態により昨年度との境を見分け、それより上を測定して1960年の伸長量とした。

この結果から次のことが知られる。

a) シダ枯殺のために撒布した石灰窒素は、シダを枯殺の役割とともに植栽されたヒノキ苗に肥効を与える。

b) 石灰窒素の撒布量に応じて生長量が増大する。すなわち  $A < B < C \overset{**1,*1}{<} D$   
 $\overset{**2,*2}{<}$

\*1,\*\*1は樹高について、\*2,\*\*2は伸長量について平均値の差の検討の結果有意であることを示す。

以上は植栽後1年半の間にあらわれた差であるが、石灰窒素の効果は今後更に上昇することが期待される。それは、杉浦・川名明\* が報告しているように、土壌の反応は緩和され、A層の発達をうながすことが、次第に石灰窒素無撒布区よりも土壌の理化学的性質を改善する結果となるからである。

次にこの結果は石灰窒素の形態で、Nのみを補給したことによるのであるが、もし石灰窒素の外にP-源を合せて与えるならば、石灰窒素の肥効を更に増大出来るであろう。目下試験中である。\*\*\*

## 6 摘 要 と 考 察

(i) 西日本一帯、特に海岸地帯に密生して繁茂するウラジロ及びコシダは林業上の大きな障害物である。それは単に直接に地拵、植付、下刈などの育林作業を困難ならしめるばかりでなく、間接に

\* 杉浦・川名・松永 (1960) 第70回 日林、大会講

\*\* 1961年6月8日各区を2分して一方に過石を撒布したところその効果は明瞭に認められた(1961年10月観察)。

シダは、土壤水分の補給、有機物の分解を妨げるなどの面で、土壤条件悪化の役割を演じているものと考えられる。

- (ii) シダ地帯の育林上の対策は、シダを絶滅させ、再発生を抑制させ、地下茎の分解を促がし、併せてN-肥料の補給をはかることが肝要である。  
石灰窒素はこの役割をはたすものと考えて2, 3の実験を行なった次第である。
- (iii) 石灰窒素は、シダ類を刈払わないで撒布しても、1週間～3週間で枯殺効果が判然として来る。その量は㎡当り300～600gがよい。石灰窒素はシダを刈払って撒布すると㎡当り200g位で、シダの再発生を顕著に抑制出来る。
- (iv) 石灰窒素はシダの地上部を枯死させるばかりでなく、地下茎まで枯殺するので植穴掘り作業から、下刈に至るまでの労力を軽減するばかりでなく、土壤の水分状態、栄養物質の循環などにまで効果があるものといえる。
- (v) なお本試験では、5月または6月に撒布したのに上記のような効果をあげ得たのであるが、その効果はシダ類の地下茎における貯蔵物質の最低となる7月下旬からは9月上旬にかけて実施すれば一層顕著な効果を示すのではあるまいか。
- (vi) 次に石灰窒素の撒布量が多い場合にはシダ枯殺の効果ばかりでなく、残効として肥料効果が顕著であることを特記せねばならない。

## 第二編 石灰窒素の肥効に関する研究

産業の発展に伴い木材需要の増大は必然的であつて、木材増産対策の樹立が迫られているが、その1つの方法として林地施肥に多くの希望がもたれるに至つている。

日本の森林土壤の性質と重要樹種の性質から、林木の苗木を養成する苗畑または林地用肥料として石灰窒素の効用が考えられる場合が多いことの理由については本報告の緒言にのべたところである。農業方面では石灰窒素が硫酸よりも肥効の高い場合の例が多く報告されている。<sup>\*</sup>

しかし石灰窒素の特性として毒性の問題があり、それはいわゆる外見上毒害として現われない軽微な場合でも生理的障害を来すことがないとはいえない。

石灰窒素の肥効は土壤状態や気象条件、樹種の特性などによつて影響されると思われるので林地、苗畑での石灰窒素の肥効を確実に高めるためには今後忍耐強い試験研究が必要であらう。

著者等は1957年以来年々それに関する試験を重ねて来たが、期待に反した例も少なくなく、また2～3の樹種に対しては肥効の顕著なことを認めた。本報告が石灰窒素の利用に関心をもたれる方々から指導を与えられる縁となれば幸甚である。

### I 石灰窒素の単用試験成績

石灰窒素を単独で、その施与量及び施与より苗木移植までの日数をいろいろ組合せて実験を行つた結果からまづ石灰窒素単独施与の場合の肥効について報告する。

もちろん、実験を行つた白浜試験地のような瘠薄な苗畑土壤では、最少率 (Law of minimum) の鉄則により、石灰窒素に限らず、N-単用では肥効が劣ることはいうまでもないことで、その数例については既に報告したところである。<sup>\*\*</sup>本試験は第一編にのべた毒性回避試験に関連するもので、1957～1960年の4ケ年にわたつて行つた結果の一部である。故に実験方法に関しては前編を参照されたい。

<sup>\*</sup> 奥田 東 (1959) 肥科学概論 (P.137), 石灰窒素工業会 (1957) (1958), 石灰窒素に関する試験報告 (Ⅱ)

<sup>\*\*</sup> 柴田信男 (1956) 日林, 関西支部大会講演集 第6号



## 1 1957年の実験成績

スギ、ヒノキ、クロマツの1回床替の場合について調査の結果の1部を抄録すると Table 16 のようである。

Table 16. 石灰窒素肥効試験結果, 単独施与の場合の例(1) 昭和32年度  
Result of Ca-cyanamide application. Example (1) Ca-cyanamide only applied (1957)

試験区 Plot and weight of Ca cyanamide		A 50g/m <sup>2</sup>					B 100g/m <sup>2</sup>				
摘 要	経過日数 Days after applied Ca-cy.	0	3	5	10	15	0	3	5	10	15
地上部重量 (T) Weight of Top parts.	スギ Sugi	41.5	58.8	<b>88.3</b>	45.8	51.5	59.2	90.3	60.0	43.5	<b>82.0</b>
	ヒノキ Hinoki	7.8	<b>18.0</b>	15.3	12.5	14.0	<b>20.2</b>	17.3	14.7	11.8	13.3
	クロマツ Kuromatsu	<b>29.5</b>	19.5	23.3	27.8	25.5	<b>28.2</b>	18.7	26.7	23.7	23.8
地下部重量 (R) Weight of Roots	スギ Sugi	10.8	10.0	<b>15.8</b>	7.2	10.5	12.0	15.2	12.7	8.7	<b>17.2</b>
	ヒノキ Hinoki	3.0	4.25	<b>4.5</b>	4.0	4.3	<b>5.8</b>	4.7	4.7	4.5	5.0
	クロマツ Kuromatsu	<b>8.5</b>	6.2	7.5	7.0	7.8	7.7	7.7	<b>10.2</b>	8.2	9.5
T/R ratio	スギ Sugi	4.05	5.93	4.95	6.03	4.93	5.05	6.12	4.75	5.25	4.58
	ヒノキ Hinoki	2.58	4.80	3.60	2.98	3.45	3.55	3.82	3.32	2.68	3.53
	クロマツ Kuromatsu	3.60	3.25	3.28	4.00	3.30	3.65	2.77	2.80	2.77	2.62
32年度伸長量 (cm)	スギ Sugi	28	38	<b>40</b>	29	33	42	<b>48</b>	40	32	44
	ヒノキ Hinoki	14	<b>23</b>	22	18	21	25	22	20	20	<b>25</b>
	クロマツ Kuromatsu	<b>14</b>	11	11	10	12	12	10	<b>13</b>	12	10
苗木の生重量 (g)	m <sup>2</sup> 当り	1400	<b>1875</b>	1600	1325	1425	<b>1900</b>	1650	1317	1617	1783
* Fresh weight of seedling	1本 当り	35	<b>49</b>	45	36	39	52	<b>53</b>	47	44	49
無肥料区を100としての比数 Index number shown non fertilizer plot as 100	m <sup>2</sup> 当り	118	<b>158</b>	135	112	121	<b>161</b>	140	111	137	151
	1本 当り	125	<b>175</b>	161	128	139	<b>186</b>	189	168	157	175

\* 1 m<sup>2</sup>の中にスギ、ヒノキ、クロマツが植えてある。3者の総生産量である。

注: ゴデックで示したものは施肥量別内の最大値である。

この結果から次のことが知られる。

(i) スギ、ヒノキ、クロマツともに無肥料に対して石灰窒素施与区は著しい優れた生育を示している。すなわち石灰窒素の肥効は顕著である。

(ii) 石灰窒素の施与量が $\text{m}^2$ 当り 50 g から 125 g まで増量されるとともに肥効も高い。

(iii) 石灰窒素量が 50 g の時には施与後 5 日を経て移植をした場合が肥効が高いが、100 g 以上では 10~15 日を経過してから移植をした場合が成績がよい。

(iv) 石灰窒素の肥効はスギに最も顕著である。

## 2 1958年以降の実験成果の概要

その後 3 ケ年間にわたり、石灰窒素単独施与の場合、施与より移植までの日数と肥効との関係を調査した結果から（調査結果の掲載は省略）次のことがいえる。

(i) 石灰窒素は N- 肥料として無肥料よりも林木苗木の生育促進に効果があるが、白浜試験地のような瘠地では単独施与で優良苗木の生産を期待し得られない。このことは硫酸のみを用いて実験した筆者の報告と\* 同様で、むしろ当然のことであるが、林地施肥において単肥施与が行われているのに対して警告するものである。

(ii) 石灰窒素単独施与の場合には白浜苗畑のような土壌では $\text{m}^2$ 当り 60-120 位が適当であつて、150 g 以上では却つて逆効果が見られる。

## Ⅱ 石灰窒素の肥効増進に関する試験

N- 源として石灰窒素を用いる場合に、P- 源をどう選ぶか、また N- 量に対して P, K の配合比をどうするか。あるいはそれらの施与時期をいつにするかなどに関して試験し、林木に対する石灰窒素の適切な施用方法を究明することにつとめて来た。これまでに試験された樹種は、スギ、ヒノキ、クロマツ、サリグナユーカリ、アカシアモリシマなどである。スギ、ヒノキ、クロマツに関しては、数年間繰返されているのであるが、本報告では紙数制限の関係でその一部を摘録するに過ぎない。

### 1 スギ、ヒノキ、クロマツ苗の養成に石灰窒素を用いる場合の P- 源に対する検討の試験例

主要樹種であるスギ、ヒノキ、クロマツ苗を養成するのに、N- 源として石灰窒素を用いる場合に適当な P- 源としてさぐるために P- 源として溶性燐肥、蛇紋過燐酸を、また K- 源を塩化加里の形で実験して見た。また N- の全量を石灰窒素で与えるがよいか、基肥として一部を石灰窒素で与へ、追肥として尿素を施すような方法をとるがよいかを検討して見た。

C 125g/ $\text{m}^2$					無肥料区 Non fertili- zer plot
0	3	5	10	15	15
63.0	83.5	91.0	89.0	<b>102.8</b>	12.8
9.3	12.0	14.3	18.0	<b>18.8</b>	5.2
24.3	31.5	21.0	27.8	<b>37.8</b>	9.3
15.5	17.3	<b>21.5</b>	18.2	20.3	5.2
2.8	3.3	<b>4.0</b>	5.5	<b>7.5</b>	2.5
8.5	<b>12.0</b>	7.0	8.5	9.5	4.5
4.38	4.27	4.20	4.70	5.15	3.40
3.65	3.45	3.75	3.60	4.05	2.18
3.03	2.65	3.25	3.30	4.80	2.17
37	43	47	41	<b>49</b>	18
16	17	22	23	<b>24</b>	11
<b>13</b>	10	9	12	11	7
1275	1300	<b>2025</b>	1950	1650	1183
40	38	55	<b>57</b>	57	28
108	110	<b>171</b>	165	139	100
143	135	196	<b>204</b>	<b>204</b>	100

\* 柴田信男 (1956) 日林, 関西支部大会講演集 第 7 号

## 1 実験計画

Table 17. 石灰窒素の肥効増進試験の例(1)石灰窒素量と磷酸源の組合せと肥効との関係  
 One example of the experiments to the promotion of the fertilizing effects of Ca-cyanamide. (1)  
 Relation between the amounts of Ca-cyanamide and combination of the different sources of phosphorous.

	樹種 Kind	スギ (Sugi)						ヒノキ (Hinoki)					
	Plots	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
施肥設計 (g/m <sup>2</sup> ) Experimental plan	石灰窒素 Ca-Cyanamide	150.0	150.0	100.0	50.0	50.0	無肥料区 non fert.	100.0	100.0	67.0	33.0	33.0	無肥料区 non fert.
	溶性磷酸 Fused Phosphate	110.0				110.0		72.0				72.0	
	蛇紋過磷酸 Serpentine superphosphate		133.0	133.0	133.0				89.0	89.0	89.0		
	塩化加里 K-chloride	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0		24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	
	追肥 supplement fert. 尿素 Urea			10.0 g (5月10日) 11.8 g (6月20日)	10.0 g (5月10日) 18.5 g (6月20日) 15.0 g (7月20日)	10.0 g (5月10日) 18.5 g (6月20日) 15.0 g (7月20日)							
生育状況 Growth	34年平均伸長量 * (cm)	19	26	25	15	16	12	19	18	18	18	20	16
	m <sup>2</sup> 当り平均生産量 ** (g)	3350	3100	2640	1870	2350	1560	1090	980	975	770	970	720
	1本当り平均生重量 Average fresh weight per a seedling	140	123	98	60	76	61	37	36	34	31	35	24
	地上部重量 *** (T)	41.9	74.4	50.5	28.8	30.3	24.4	25.6	26.2	21.3	19.2	23.9	15.8
	地下部重量 Fresh. weight of root (R)	10.5	11.6	11.8	7.6	7.5	6.1	6.2	5.8	4.7	4.0	5.4	3.6
	T/R ratio	4.2	4.8	4.8	4.0	4.4	4.0	4.3	4.6	4.7	4.9	4.6	4.6
1 m <sup>2</sup> 当り平均生立本数 Average no. of survival seedling per a m <sup>2</sup>		24	25	27	21	27	26	29	28	29	25	27	29

\* Height growth in 1959 (cm)

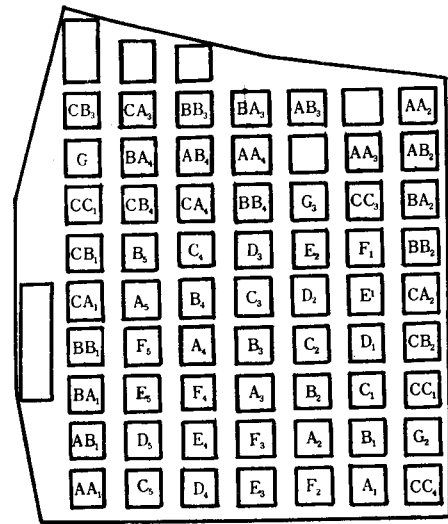
\*\* Average fresh weight of total seedlings (g/m<sup>2</sup>)

\*\*\* Average fresh weight of top part (leaves, branches and stems)

ク ロ マ ツ (Kuromatsu)					
A	B	C	D	E	F
100.0	100.0	67.0	33.0	33.0	無 肥 料  non fert.
72.0				72.0	
	89.0	89.0	89.0		
24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	
		6.7 g (5月10日) 7.8 g (6月20日)	6.7 g (5月10日) 12.4 g (6月20日) 10.0 g (7月20日)	6.7 g (5月10日) 12.4 g (6月20日) 10.0 g (7月20日)	
7	5	6	6	5	5
1280	1296	1460	1400	1540	1290
41	40	46	41	46	37
28.0	24.5	26.2	30.1	23.7	18.0
10.2	6.9	9.1	9.9	6.1	5.1
3.1	4.0	3.3	2.7	3.2	3.1
32	32	32	34	32	35

1959年の実験設計は Table 17 の上欄に示したようである。実験の plot は各樹種とも A～F 各区 5 回繰返しとした。各 plot はほぼラテン方格式にとつた。スギに対する plots の配置図の 1 例は第 2 図に示したようである。

Fig. 2 スギに対する試験区の配列  
Situation of the plots of experiment for Sugi seedlings



註：AA～CC などは別の試験である

施肥は1959年3月1～14日で、床替は3月25～28日である。スギ、ヒノキ、クロマツで2～3日のづれを与えておいた。

## 2 実験結果

実験結果の1部を摘録したのが Table 17 の下欄である。

これらの結果から次のことがうかがわれる。

### スギに対する試験結果

i) 石灰窒素は基肥として  $m^2$  当り 150 g を施した方が石灰窒素量を減じて尿素を追肥した場合よりも優れた肥効を示す。

ii) N-源を石灰窒素とする時には、P-源は溶性リン肥よりも蛇紋過リン酸を用いた方がよい。

### ヒノキに対する試験結果

iii) 白浜試験地では土壌のヒノキには石灰窒素 100 g を基肥として施すとよく、それ以下では肥効が

劣る。

iv) P-源としての熔性磷肥と蛇紋過磷酸では肥効に殆ど差がないが、多少前者の方が優るように思われる。

### クロマツに対する試験結果

v) クロマツに対してはNの全量を石灰窒素とせず、石灰窒素を少くして尿素を追肥した方がよい。

vi) クロマツに対しては P-源は蛇紋岩過磷酸より熔性磷肥を配する方がよいと考えられる。

以上の実験から3樹種を通じて白浜のような土壌状態では $\text{m}^2$ 当り20~30gのNを石灰窒素で与えても葉害はほとんどなく優れた肥効を期待出来る。石灰窒素をN-源とする時にはP-源はスギには蛇紋過磷酸が適当であり、ヒノキにはどちらでもよく、クロマツには熔性磷肥の方が適当であると考えられる。しかし更に検討を加えたいと思う。

## 2 スギ苗に対するN-源、P-源の検討試験の1例

N-源として石灰窒素を用いる場合にP-源は過石か蛇紋過磷酸かのいずれがよいかを明らかにしたいと考えて試験を行つた。なおN-源を硫酸と尿素とする区を設けて、それらのスギ苗木の生長並に要素吸収量との関係を明らかにしたいと考えた。

### 1 実験方法

本試験は白浜試験地第8苗畑に設置されてある $1\text{ m}^2$ のコンクリート枠(深さ60cm無底)で行つた。

供試土壌は附近の山の新鮮なB層を運び入れたのであつて、砂岩よりなる重粘質の壤土である。土壌中の3要素含有率は、その時には改めて分析しなかつたが、前回に分析した結果からN:0.1%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ :0.04%,  $\text{K}_2\text{O}$ :0.4%位のものである。3要素は $\text{m}^2$ 当りN:30g,  $\text{P}_2\text{O}_5$ :20g,  $\text{K}_2\text{O}$ :18gとなるようにした。N-源としては、硫酸、石灰窒素、尿素の3種を、P-源は過磷酸石灰と蛇紋過磷酸の2種、K-源は塩化加里で組合せをつくつた。肥料設計はTable 18に示したようである。

Table 18. 肥料設計  
Experimental plan for the fertilizing

plot Fertilizer	G	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
Am-Sulphate	0	142.5	142.5				
Ca-Super phosphate	0	117.5		117.5		117.5	
K-chloid	0	36.0	36.0	30.0	36.0	36.0	36.0
Urea	0					65.2	65.2
Ca-Cyanamide	0			150.0	150.0		
Serpentine superphosphate	0		133.5		133.5		133.5

各 plot は3回繰返し(G plotは1ヶ)とした。

各試験枠には1959年3月20日に施肥し、同3月20日に当年生スギ苗で大きさの揃つたものを各枠に36本づつ一齊に移植した。発生した多少の枯損苗に対しては、補植して補つた。

1959年11月4日に地上部の大きさを調査した。各試験枠の中央部で25本づつを選んで調査し、その結果を各 plots 毎に棄却検定を行つてから平均値を求めた。Table. 19はその3試験枠の平均値を示

したものである。

なお1960年1月に各試験枠の苗木を掘取り生重量測定を行い、また各枠毎に5本づつを(3 plot で計15本)任意に抽出して切断して地上部、地下部の割合を求めて T/R 比を計算した。

## 2 実験結果

### (1) 苗の生育状況

苗の生育状況調査結果は Table 19 に示したようである。

Table 19. 肥料の形態とスギ苗の生育状況  
Relation between the forms of fertilizer and average growth of Sugi-seedlings

三要素源 區別	試験記号 plot	G (無肥料区)	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
	N-source		硫 安 Am-sulphate	硫 安 Am-sulphate	石 蜜 Ca-Cyanamide	石 蜜 Ca-Cyanamide	尿 素 Urea	尿 素 Urea
	P source	non fertilizer	過 石 Ca superphosphate	蛇 鱗 Serpentine superphosphat	過 石 Ca-superphosphate	蛇 鱗 Serpentine superphosphat	過 石 Ca-superphosphate	蛇 鱗 Serpentine superphosphat
	K-source		塩 加 K-chlorid	塩 加 K-chlorid	塩 加 K-chlorid	塩 加 K-chlorid	塩 加 K-chlorid	塩 加 K-chlorid
地上部の Average size of seedlings の大きさ	根元直径 (mm) Diameter	2.3±0.65	3.8±0.73	3.5±0.93	5.0±1.42	5.5±1.14	5.9±1.57	5.4±1.62
	苗 高 (cm) Height	17.4±2.9	17.4±5.0	18.3±4.0	26.8±7.3	33.0±8.8	34.9±11.3	32.3±12.7
	枝 数 (本) No. of Branches	8.4±1.6	12.0±2.2	9.7±3.2	12.1±2.7	14.7±3.3	14.0±2.1	13.5±2.1
	枝 巾 (cm) Width of branches	17.8±5.7	23.4±5.6	22.5±6.0	31.0±6.6	30.3±7.8	34.7±7.4	33.2±3.2
生 重 量 Fresh weight な ど	地 上 部 生 重 量 Top parts (g)(T)	12.1	27.2	23.8	56.6	64.6	80.2	66.1
	地 下 部 重 量 Roots (g)(R)	2.1	4.9	4.6	10.9	13.1	16.6	13.7
	T/R ratio	5.7	4.8	4.5	5.5	4.9	5.0	4.6
	1 本 当 り の 平 均 重 量 (g) Average weight of a seedling	14.3	32.1	28.4	67.5	77.7	96.8	79.8

註 蛇鱗：蛇紋岩過燐酸

参考 中村輝雄他2氏(1955)蛇紋岩過燐酸石灰について、関西土壤肥料協議会

ここでは、地上部重量を一括してTで示したが、Tは針葉と幹枝とに分けられる。これまでの多くの実験結果から求められた地上部における針葉と幹枝の割合や平均含水率から、苗木1本当りの平均乾物量を肥料形態別に計算してみると、Table 20 のようになる。

すなわちスギ苗の生育に対して、石灰窒素は尿素に比して肥効が劣るとはいえ、硫安に比して2倍以上の肥効を示すことになる。

Table 20. 肥料の形態別 1 本当り苗木の乾物量 (g) の比較  
Comparison of dry weight per a seedling grown in each plot

	無肥料 (g) non fertilizer	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
針葉 Leaves	2.64	5.72	5.04	12.30	13.95	17.39	14.35
幹枝 Stems	1.66	2.24	1.97	4.77	5.44	6.76	5.55
根 Roots	0.64	1.64	1.49	3.23	3.91	4.95	4.10
計 Total	4.3	9.6	8.5	20.3	23.3	29.1	24.0
比較 Index number as SK=100	45	100	88	212	243	303	253

この結果スギ苗に対する、石灰窒素の苗木の生長量の上で見られる肥効として次の事が知られる。

a) 一般に用いられている硫酸、過石、塩加（または硫加）の配合肥料は無肥料区に対しては、極めて肥効が高い（根元直径、伸長、枝巾とも 5 % の危険率で有意である）が、N-源として石灰窒素を用いると、更に肥効が顕著である。すなわち  $SJ < SK < CR < CJ$  の関係は 5 % の危険率で苗長、伸長、枝巾などで有意である。

b) N-源として石灰窒素を用いる場合には、P-源として過石を用うるより蛇紋岩過磷酸を配合した方が肥効が高い。

c) N-源として尿素と石灰窒素との肥効は磷酸源がなんであるかにかかるといえる。石灰窒素と蛇紋岩過磷酸の場合と尿素と過石とでは差は殆どなく（枝巾のみの  $UK > CJ$  関係が 5 % の危険率で有意である）石灰窒素に蛇紋岩過磷酸を配したのと尿素に蛇紋岩過磷酸を配したのでは、差は殆どない。

これは要するにスギ苗の育成に、N-源として硫酸を用いるよりは石灰窒素を用いる方が肥効が高く、石灰窒素を用いる時には、蛇紋岩過磷酸を P-源として用いた方がよいことになる。ただし以上は白浜試験地での結果であるので、土壌、気象条件のちがう他の苗畑では検討を要することであろう。

## (2) 苗木の化学的組成分

次に生産された苗木について、化学分析を行つた結果は Table 21 のようである。

Table 21. 苗木の化学的組成分  
Relation between the form of the fertilizer and the content of the elements in the seedlings

Element	part plot	針葉 (Leaves)							幹枝 (Stems)						
		G	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ	G	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
Ash		4.25	5.15	4.94	4.94	5.18	4.31	5.32	3.13	3.10	2.66	2.92	2.58	2.51	3.28
N		1.31	1.00	0.92	1.16	1.04	1.24	1.13	0.88	0.50	0.55	0.65	0.59	0.73	0.65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.26	0.34	0.27	0.26	0.29	0.21	0.30	0.16	0.17	0.12	0.15	0.14	0.12	0.15
K <sub>2</sub> O		1.04	1.47	1.33	1.13	1.11	1.10	1.21	0.42	0.56	0.47	0.45	0.42	0.47	0.46
CaO		0.81	1.00	0.96	1.25	1.09	0.92	1.15	0.90	1.08	0.94	1.20	1.01	0.84	1.12
MgO		0.21	0.08	0.14	0.12	0.19	0.16	0.19	0.23	0.25	0.11	0.16	0.23	0.12	0.26

これらの数字は、一般的な傾向をうかがうだけに過ぎないであろうが、N-源を石灰窒素として用いる時には、硫安に比して2～3倍に及ぶ多量のNが苗木に吸収されていることを示すのである。

また同時に CaO または MgO もまたそれぞれ多量に吸収されているのである。これらは、さらにこん後の生長量の上にあらわれてくるであろう。

次にこの結果は、白浜試験地での1回だけの試験結果であるので、今後再検討を要するが次のことが伺われる。

### N の含有率

i) 石灰窒素を用いた区に生育したスギ苗は硫安区に生育したもののそれに比して多い。但し P-源が同じ場合には、尿素を用いた区のものより少ない。

ii) N-源が、硫安、石灰窒素、尿素有のいずれをとわず、P-源が過磷酸石灰の場合は、蛇紋過磷酸の時よりも N-含量が高い。

### P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の含有率

i) N-源が石灰窒素の場合、P-源が過磷酸石灰よりも蛇紋岩過磷酸の方が P-含有率が高い。このことは N-源が尿素の場合でも同様である。

ii) 硫安を N-源とする時には、過磷酸石灰を用いた方が P-含有率が高い。

### K<sub>2</sub>O の含有率

石灰窒素を N-源とする時は、硫安や尿素に比して K<sub>2</sub>O 含有率が著しく低い。硫安を用いた場合に K<sub>2</sub>O の含有率は高い傾向があるといえる。

### CaO または MgO の含有率

i) 石灰窒素や尿素を N-源とした苗木の CaO 含有率は硫安系肥料に比して高い。

ii) MgO についてもほぼ CaO と同様の傾向がある。

以上のことは苗木の重量生長に関連して1本当りの吸収量においては一層顕著な差異を示すに至るのである (Table 22参照)。

いま Table 21 の各部の要素含有率並に第20表の各部分の重量組成から苗木1本当りの各部分別に含まれている要素含量を計算してみると第22表のようになる。

これを要するに林業用苗畑でスギ苗を養成する場合に、石灰窒素は、N-源肥料として優れており、その場合磷酸源として蛇紋過磷酸を配合することが過石を用いるよりもよいことを示すものである。

## 3 考 察

以上のスギ、1回床替苗についての1年間の実験結果から次のことが推察される。

i) 硫安のような生理的酸性肥料よりも、石灰窒素、尿素のような塩基性肥料の方が生長量の上から見られる肥効が高い。

ii) 生理的酸性肥料と塩基性肥料との間に苗木の要素含有率にも一連の差があるように思われる。

a) 塩基性肥料は酸性肥料よりも、N含有率が高く、K含量が低い傾向がある。

b) 塩基性肥料では、硫安の場合よりも、CaO や MgO の含有率が高い傾向がある。

iii) 硫安、石灰窒素、尿素など N-源の形態にかかわらず、P-源が蛇紋過磷酸の方が過磷酸石灰よりも MgO 含量が高い。

さてこのような結果をもたらした原因について考える

根 (Roots)						
G	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
9.06	6.24	5.84	7.99	6.44	6.97	5.34
0.65	0.41	0.49	0.58	0.45	0.53	0.56
0.11	0.10	0.10	0.12	0.11	0.11	0.12
0.32	0.34	0.35	0.32	0.34	0.32	0.33
0.62	0.71	0.71	0.83	0.80	0.65	0.71
0.12	0.06	0.08	0.14	0.11	0.19	0.16



に、(1)には土壌の反応変化がある。いま比色法で pH (KCl) を測定した結果は、Table 23 のようになった。

また石灰窒素単独でその施与量が土壌の反応に及ぼす影響を調べた結果は Table 24 のようである。

Table 22. 肥料の形態とスギ苗 1 本当りの要素含量 (mg)  
Comparison of the amount (mg) of the elements in a Sugi seedling

part	成分 Element	g	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
針葉 (Leaves)	N	34.4	57.2	46.4	142.8	178.0	215.1	162.0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.8	19.4	13.6	32.0	49.7	36.5	44.0
	K <sub>2</sub> O	27.4	84.1	67.2	139.0	190.0	191.2	173.5
	CaO	21.4	57.2	48.5	154.0	187.0	178.5	165.0
	MgO	5.5	4.5	7.1	14.8	32.6	28.7	27.3
幹枝 (Stems)	N	14.6	11.5	10.9	30.9	32.1	49.5	36.2
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.7	3.8	2.4	7.1	7.6	8.1	8.3
	K <sub>2</sub> O	7.0	12.5	9.3	21.4	22.8	31.7	25.6
	CaO	14.9	24.1	19.1	57.2	55.0	57.0	62.2
	MgO	3.8	5.6	2.2	7.6	12.5	8.1	14.6
根 (Roots)	N	4.2	6.7	7.3	18.7	17.6	26.2	23.0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.7	1.6	1.5	3.9	4.3	5.4	4.9
	K <sub>2</sub> O	2.0	5.6	5.2	10.3	13.3	15.8	13.5
	CaO	4.0	11.6	10.6	26.8	31.2	32.2	29.2
	MgO	0.7	1.0	1.3	4.5	4.3	9.4	6.6
計 (Total)	N	53.2	75.4	64.6	192.4	227.7	290.8	221.2
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.2	24.8	17.5	43.0	61.6	50.0	57.2
	K <sub>2</sub> O	36.4	102.2	81.7	170.7	226.1	238.7	212.6
	CaO	40.3	92.9	78.2	238.0	273.2	267.2	256.4
	MgO	10.0	11.1	10.6	26.9	49.4	46.2	48.4

Table 23. 土 壌 反 応 の 変 化  
Soil reaction pH (KCl) in the field

plots	G	SK	SJ	CK	CJ	UK	UJ
pH	4.5	5.0	5.0	5.2	6.7	5.2	5.3

Table 24. 石灰窒素施与量と土壌の反応  
Relation between the amounts of Ca cyanamide and soil reaction.

石灰窒素施与量 Amounts of Ca-cyanamide applied (g/m <sup>2</sup> )	0	60	120	150
土壌の反応 Soil reaction (PH)	4.9	4.95	5.45	5.45
試料数 No. of soil samples	10	10	12	12

石灰窒素の施与により土壌の酸性反応が緩和されることは既に、杉浦、川名等が報告しているところであるが、さて大政\* によれば、スギ稚苗の生育に対する最適の pH は 5.5~6.0 である。硫安系の肥料よりも、石灰窒素または尿素を用いた方が、土壌反応がその最適の側に向つて変化している

\* 大政正隆 (1935) 帝室林野, 試報 Vol. 3 No. 2 P. 1~42

ことは Table 24 によつて明らかである。他の多くの樹種に対しても同様の効果が期待される\*。

石灰窒素や尿素を用いた場合には、硫安の場合よりも、スギ苗による肥料要素の吸収が、Nばかりでなく CaO や MgO まで著しく多いことは、含有率からも 1 本当りの含有量からも明らかである。この場合どうして吸収がよくなるかは証明出来ないが、1 つには、土壌の反応によるものと推察される。

磷酸源として、蛇紋岩過磷酸を用いた時には過磷酸石灰を用いた時よりも、スギ苗木による MgO の吸収が明らかに多いが、これはかつて著者等\*\*が報告しているように、Mg の効果を期待出来る訳である。土壌の酸性反応の矯正作用においても、蛇紋岩過磷酸の方が幾分優つていのである。

以上、石灰窒素は蛇紋岩過磷酸と配合することによつて、スギ苗には優れた肥効が認められる。

### 3 ユーカリに対する石灰窒素の適用試験

昭和33年(1958)にサリグナユーカリ (*Eucalyptus saligna*) に対し、石灰窒素適用試験を行つたのでその結果の概要を報告する。

#### 1 試験方法

面積0.5m<sup>2</sup>、深さ60cmのコンクリート枠 (Lysimeter) を用いた。石灰窒素には過磷酸石灰と塩化加里を配合し、m<sup>2</sup>に N : 30 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 20 g, K<sub>2</sub>O : 14 g に近い値をとるようにした。この区をCとする。これと比較するために、神島化学の林地用肥料 (3 要素比10 : 6 : 6) に過磷酸石灰を加えて、C区と3要素が同量となるようにした。これをKとする。

施肥設計は Table 25 のようである。

Table 25. サリグナユーカリに対する施肥設計  
Fertilizing plan for *Eucalyptus saligna*

#### i) C区 C-plot

肥料名 Kind of fertilizer	施用肥料量 Weight of fertilizer applied ( $\frac{1}{2}$ m <sup>2</sup> )	3要素 Amount of three elements (g/m <sup>2</sup> )		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
石灰窒素 Ca-cyanamidse	71.4	30		
過磷酸石灰 Ca-super phosthate	60.6		20.6	
塩化加里 K-chlorid	12.9			7.1
計 Total	144.9	30	20.6	7.1

#### ii) K区 K-plot

肥料の種類 Kind of fertilizer	施肥肥料 Weight of fertilizer applied ( $\frac{1}{2}$ m <sup>2</sup> )
神島林2号 Kamishima (10 : 6 : 6)	150
過磷酸石灰 Ca.superphosphate	7.7

この外に無肥料 (non fertilizer) 区を設けた。

\* 芝本武夫 (1949) 森林土壌学 (朝倉書店) P. 298~300 (樹種と pH の関係につき多くの文献あり)。

\*\* 小野, 柴田, 星野 (1951) 第59回日林, 大会講 P. 88~90

これらC, Kの試験区は、各3回繰返しとし、G区は pots の都合で1区のみ設けたのである。

1958年3月23日施肥、1958年4月4日に各ポットに5本ずつサリグナニューカリの小苗（高さ20cm以内）を一齊に移植した。

生育調査は5月9日、6月17日、7月24日、8月12日と翌年1月13日の5回である。8月調査の時5本のうち2本を地表より切断して、間引きするとともに重量調査を行なった。

## 2 実験結果

### 1) 生育状況

各時期別の生育経過を示すと Table 26 のようである。

Table 26. サリグナニューカリに対する施肥試験結果

Results of experiment for *Eucalyptus saligna*

1) Diameter, height, width of branches and number of branches

Date of measured		C-plot				K-plot				G 無肥料 none fertilizer	無肥料区を100とする 時石灰窒素区 Index number of growth of Ca-cyanamide plot (non fertilizer plot was shown as 100)
		1	2	3	平 均 Average	1	2	3	平 均 Average		
直 径 (cm)	1958 5月 9日	0.3	0.2	0.3	0.27	0.4	0.3	0.3	0.33	0.2	135
	6. 17	0.9	0.8	0.8	0.83	1.2	0.9	1.1	1.07	0.3	275
	7. 24	1.3	1.3	1.3	1.30	1.4	1.4	1.4	1.40	0.4	325
	1959 1. 13	2.5	2.7	2.1	2.43	2.7	3.1	2.7	2.83	0.8	308
苗 高	1958 5. 9	20	22	19	20.3	25	18	24	22.3	15	135
	6. 17	88	76	70	78.0	81	76	84	80.3	20	390
	7. 24	127	142	116	128.3	122	116	123	120.3	33	390
	1959 1. 13	156	178	149	161.0	182	172	167	173.6	60	270
枝 巾	1958 5. 9	20	18	18	18.7	26	14	19	19.7	14	133
	6. 17	58	54	54	55.3	63	61	69	64.3	20	277
	7. 24	76	80	69	75.0	73	70	75	72.7	28	268
	1959 1. 13	134	83	77	98.0	83	97	83	87.7	35	281
枝 数	1958 5. 9	8	7	8	7.7	12	7	9	9.3	6	128
	6. 17	20	22	19	20.3	25	21	22	22.7	12	216
	7. 24	24	24	23	23.7	27	21	24	24.0	11	215
	1959 1. 13	28	29	23	26.7	29	27	25	27.0	11	243

つぎにいま1958年8月に除伐したもの、各 plots から2本ずつ、また1959年3月に各 plots から3本ずつについて生重量関係を調査した結果の3 plots ずつの平均値から、各肥料別の1 plots (サリグナニューカリ計5本)当りの平均生重量を求めて見ると Table 27 のようになる。この結果から見ると

Table 27. 収 量 (生 重 量) の 比 較  
Comparison of the yield (Fresh weight)

調 査 月	部 分 part 区 plot	収 量 (生 重 量) Yield (Fresh weight)			G区(無肥区)を100として Index number as non fertilizing plot are 100	
		G	C	K	C	K
Aug. 8.12 1958	幹枝 Stems and branches	8	204	209	2550	2610
	葉 Leaves	16	223	211	1390	1317
	地上部 Total	24	427	420	1780	1750
March 3.2~3 1959	幹 Stems	37	729	1178	1971	3187
	枝 Branches	14	282	479	2015	3420
	葉 Leaves	16	462	649	2890	4050
	地上部計 Total of top part	67	1473	2306	2200	3440
	根 Roots	26	696	1187	2680	4560
	計 Total	93	2169	3493	2330	3760
1 plot 当り収量 Total yi- eld per a plot (0.5m <sup>2</sup> )	合計地上部のみ Top part	91	1900	2726	2088	2990
	同根を含む Top part + Roote	117	2596	3913	2215	3341

- i) サリグナニューカリは肥培効果が極めて顕著である。
- ii) 植付後4ヶ月目には無肥料区に対して約26倍の重量成長を示しているが、この時にはまだ石灰窒素区(C区)と神島林10:6:6区(K区)との両肥料の間には殆ど差がない。
- iii) その後更に施肥効果は一層急に上昇するが、石灰窒素区は神島林肥料区に劣る。石灰窒素区のニューカリは1月にかかなり葉の緑色がおちて来たのである。
- 2) 苗木各部の構成割合(重量組成)
- いま肥料別に苗木1本当りの平均全重量に対する葉、枝、幹の重量割合並びに T/R 比を示すと Table. 28 のようである。

Table 28. 肥 料 と 苗 体 の 構 成 状 態  
Ratio (%) of leaves, branches and stems for total weight, and T/R ratio

試験区 Plot		G	C	K
葉	Leaves	17	22	19
幹	Stems	40	34	34
枝	Branches	15	13	14
根	Roots	28	32	34
T/R 比		3.48	2.59	2.15

すなわちサリグナユーカリに対する施肥の効果は着葉量が多くなり、とくに根系の発達を促すことが知られる。これは今後の生長にもよい結果を来たさせる因子となるものと考えるのである。

施肥において地上部のみが生育し、根系の発達が劣るようなことがあればたとえ一時的に地上部の生育がよかつたとしても将来障害を来たすのではないかと懸念されていたことであつたが、サリグナユーカリに関してはこの不安は解除されたように思われる。

参考：サリグナユーカリの幹枝の含水率  $\left( \frac{\text{生重量} - \text{気乾重量}}{\text{生重量}} \times 100 \right)$  は12個体について測定した結果平均53.4%であつた。

### 3) 肥料別苗体の化学的組成分の比較

次に肥料の吸収状態を考察するために葉について分析を行なつた結果は Table 29 のようである。

Table 29. N-源のちがいとサリグナユーカリの葉の化学的成分 (8月12日の間引き苗につき分析)  
Relation between the fertilizer and chemical composition of the leaves

Components Kind of fertilizer	含水率	含有率% content of the elements(% for dry matters)					
	moistur (%) at air dry	Ash	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
G non fertilizer	7.17	2.32	0.59	0.19	0.92	0.67	0.16
C Ca-cyanamide	9.41	2.59	0.84	0.31	1.10	0.87	0.21
K Kamishima 10:6:6	8.79	2.35	0.64	0.27	0.84	0.61	0.20
I Toyokoatsu special fertilizer*	8.97	2.40	0.64	0.24	0.87	0.53	0.17

\* 東庄KKの試作品

この分析結果を見ると石灰窒素を用いた区は N, P, K, 及び Ca の4要素の含有率が高い。(1生育期の終りの1月16日の分析結果ではこの傾向が多少異なる)。(Table 29補追参照)

前述のように生長量の優れている上に要素含有率も高いということは、サリグナユーカリにはN-源として石灰窒素を用うれば他の P, K, Ca なども多量に吸収せられることを明らかにするものである。

### 3 摘 要

N-源として石灰窒素を用い、これに過磷酸石灰を配してサリグナユーカリ *Eucalyptus saligna* を栽培して見た。更に繰返して実験を試みた上でなければ結論は出来ないが、今回の実験からは次のことが推論される。

i) 石灰窒素は、m<sup>2</sup>当り 150 g 位施しても、過磷酸石灰や、塩化加里を配合して 施す時には、施してから10日を経過すれば毒性は殆どない。

ii) 石灰窒素は、サリグナユーカリに対して、顕著な肥効を示す。肥効は床替後1ヶ月ではそれほどでないが2ヶ月半を過ぎれば極めて顕著で、無肥料区に対して直径、樹高、枝幅、枝数の各部の大きさにおいて、2倍乃至4倍の値を示すに至る。1生育期の終りには無肥料区のそれに対し20~30倍の重量生産を示すことになる。

iii) 施肥により着葉割合を増し根系の発達を促す。

iv) 石灰窒素の肥効は平均値から見ると、化成肥料の神島林地用肥料の10:6:6に過磷酸石灰を追加した場合よりもやや劣るようであるが、著しいちがいはない。

iv) 葉分析の結果によると、石灰窒素を施したものは生育の初期(8月中旬)には他の肥料(神島・東庄試作品)を施したものよりもNをはじめ、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO などの含有率が高い。

前掲 Table 29 は8月12日に間引きしたものについて分析した結果であるが、さらに1生育期を経た1月に採取したものについて改めて分析した結果は次表のようである。

Table 29. 補追 サリグナユーカリの1生育期の終りの分析結果  
Relation between the fertilizer and chemical composition of the leaves, stems and branches at one year old.

Kind of fertilizer	Components	含水率	要素含有率 Content of the elements					
		Moistur % at air dry	Ash	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
G. non fertilizer	葉 Leaves	10.10	5.15	1.65	0.18	1.06	1.11	0.14
	幹枝 Stems and branches	8.11	4.13	0.39	1.10	0.40	1.62	0.13
C. Ca-cyanamide	葉 Leaves	8.73	4.63	1.11	0.24	0.71	1.11	0.32
	幹枝 Stems and branches	7.65	3.23	0.26	0.14	0.43	1.17	0.06
K. Kamishima 10:6:6	葉 Leaves	8.76	4.48	1.22	0.15	0.64	0.85	0.33
	幹枝 Stems and branches	7.71	2.90	0.29	0.07	0.41	0.89	0.10
I. Toyokoatsu special fertilizer	葉 Leaves	9.09	4.13	1.29	0.22	0.65	0.97	0.35
	幹枝 Stems and branches	8.06	3.65	0.24	0.08	0.27	1.04	0.12

この結果を見ると Table 29 で見た傾向とちがうのは N で、P, K, Ca などは石灰窒素区が多い。

なお別に報告するように、サリグナユーカリの場合でも、石灰窒素に配するに P-源を過石の代りに蛇紋岩過磷酸にすれば、更に肥効が上がるのではないかと考えられるので検討を要する。

要するにユーカリに対しても石灰窒素は肥効が高いことが期待されるのである。

#### 4 モリシマ・アカシア (Acacia mollissima willd) に対する石灰窒素適用試験

##### 1 目 的

Acacia mollissima には、N-源として硫安、石灰窒素、硝安、塩安、硝酸加里、尿素的のいずれがよいかを確かめるため、1960年度に実験を行なった。その中から硫安と石灰窒素との肥効状態を摘録する。

##### 2 実験方法

モリシマ・アカシア に対する N-源の形態別試験は、上記種類の N-肥料を単独で用いた場合と、これに過磷酸石灰と塩化加里を加えた三要素配合試験区との二系統とした。N-肥料を単独で用いた区は、発芽が不良であり、漸次消失して1本も生育しなかつた区もあつた。N-単独では生育の悪いことは別の実験でも経験している。\* ここでは、3要素配合試験区について報告する。

本試験は、アカシアの林地施肥の場合の基礎資料とするものであるから、林地のB層土壌を主とする開墾後新しい比較的新鮮な瘠悪土壌の苗畑を用いたのである。

N-源の異なる上記各種の化合物（特に化学実験用の薬品を用いた）はいずれの形態でもN-量が同量となるようにした。Nの施与量は苗畑m<sup>2</sup>当りD区10g, E区20g, F区30gの3区とした。

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と K<sub>2</sub>O は各区ともm<sup>2</sup>当り20gとなるようにした。

N-源として硫安を用いた区は頭にSを、石灰窒素を用いた区は、同Tの頭文字をつけて区別することにした。施肥量は Table 30 のようである。

各区の数は、SE, TD, TEは3区ずつ、他は2区ずつであつた。（他の組合せ試験が多数あつたので、これらの区の数が増えなく限定された）

施与は1960年6月1日で、播種は6月10日であつた。

調査は1961年3月20日であつて、地上部調査とともに、掘取後生重量調査を行なった。

##### 3 実験結果

その結果は Table 31 に示したようであつて、苗木の大きさからも、生重量関係からも硫安区よりも石灰窒素区が優れている傾向が明らかである。

\* 柴田信男 (1956) 各種肥料の単用試験の一端 日林・関西支部大会講 6号 P. 28~29

Table 30. 施肥設計  
Fertilizing plan for *Accacia mollissima*

plot	N - 源	施肥量 Amount of chemicals applied (g/m <sup>2</sup> )			
		Chemicals	D plot	E plot	F plot
S	Am-sulphate	Am-sulphate	47.8	95.4	143.1
		Ca-super phosphate	118	118	118
		K chlorid	40	40	40
T	Ca-cyanamide	Ca-cyanamide	59	118	177
		Ca-superphosphate	118	118	118
		K-chlorid	40	40	40

他にGの無肥料区を設けた。

Tacle 31. 実験結果 要素の形態と肥効との関係  
Relation between the forms of fertilizer and growth of *Accacia mollissima*

区 plot	Chemicals applied	根元直径 Diameter (mm)	苗高 Height (cm)	枝巾 Width of limb (cm)	m <sup>2</sup> 当り平均 生立本数 Average num- bers of survi- ved seedlings (per a m <sup>2</sup> )	地上部・地 下部の1m <sup>2</sup> 当り生重量 Fresh weight of total seedlings (g/m <sup>2</sup> )	1本当り 生重量 Fresh wei- ght per a seedling
D	硫安区 Am-sulphate plot	9.2±2.4	112±32.3	36±10.4	31	2100	69
	石灰窒素区 Ca-cyanamide plot	10.0±1.6	120±20.6	34±9.2	37	3220	87
E	硫安区 Am-sulphate plot	8.5±2.8	100±42.9	28±10.2	47	3675	78
	石灰窒素区 Ca-cyanamide plot	12.5±2.9	148±37.0	46±14.6	36	5050	139
F	硫安区 Am-sulphate plot	12.2±3.6	136±38.1	55±22.4	21	3550	165
	石灰窒素区 Ca-cyanamide plot	12.5±2.7	160±28.9	46±27.0	31	4550	149
G	無肥料区 non fertilizer plot	6.0±3.9	50	24±15.9	5	1050	210

硫安区と石灰窒素区の生育状況につき、上記平均値の差の有意性を検定して見たところD区では直径、高さ、枝巾では差があるとはいえないが、E区では石灰窒素区が硫安区よりも直径、高さ、枝巾とも優れていることは1%の危険率で認められることが判つた。

今後更に繰返して確認しなければ断定出来ないが、一応今回の実験の結果から次のことが知られる。

- Acacia mollissima に対する肥料としては、硫安よりも石灰窒素が優る傾向がある。
- 石灰窒素は、過磷酸石灰と塩化加里を配合して用うるなれば、Acacia mollissima の播種床に対してm<sup>2</sup>当り177gすなわちm<sup>2</sup>当りNとして30gの全量を石灰窒素の形で与えても、施肥後10日を経過してから播種すれば、薬害はほとんどなくかつ肥効も顕著である。

### 第三編 石灰窒素の有機物分解効果に関する研究

#### I シダ茎葉の分解促進に関する試験結果

##### 1 試験の目的

近來農山漁村の振興、農民自立運動のあらわれとして果樹園の開設、苗畑の拡張が実施されているが、その対象となる場所は土壌有機物に乏しく、理化学性の不良な場合が多く、土地改良のためには有

機物を多量に施与することが必要であるにも不拘、一方農家は藁などの有機物は加工原料、飼料として必要のために入手が困難な事情にある。前述したようにシダ類は西南日本の各地に密生して育林上の大障害をなすものであるが若しこれが有機物源として利用出来れば正に1石2鳥ということになるのであるが、シダの茎葉は分解が極めて困難であるため、従来堆肥原料としてもあまり利用されていない。

さてシダの分解が困難なことは吸水が悪いことと炭窒率が高いことに基因するものと考えられるので、シダの茎葉を土壤に混入しかつその時に炭窒率を低めるように石灰窒素を加えたならば分解が促進されるのではないかと考えたのである。かくしてシダの分解促進の外に林業用苗畑において加えた石灰窒素の肥効増進の方策についても明らかにしておく必要がある。かかる目的のもとに本実験を行なったのであるが、いまだシダの分解程度については充分にこれを数量的に明示するに至らなかったが一応その経過を報告する。

本実験は昭和34年度と35年度に行なつた。

## 2 昭和34年度の実験

### 1) 実験方法

各試験区は1m×3mとし、これにシダの茎葉を10~15cm長さに切断したものに石灰窒素及びP-源、K-源肥料を加えてよく混合してから苗畑土壤の底に敷き覆土したのである。シダと石灰窒素との配合割合の計算の基礎については35年度実験の項にのべるであらう。

このシダ茎葉と肥料との混合物の埋め込みは1959年3月16日であつて、石灰窒素の毒性回避のためにそれから約2週間をおき4月2日に苗木を移植した。

3㎡を3分して各1㎡づつにスギ、ヒノキ、クロマツを各36本づつ移植した。また肥効増進の為に2~3回尿素を追肥した。

実験計画は次表のようである。

Table 32. シダ分解に対する実験計画  
Experimental plan for decomposition or decay of Shida.

試験区 plot	基 肥 (3月16日)		Base manuring (g/m <sup>2</sup> )		追 肥 尿 素 Urea after manuring		
	シダ茎葉 Stems and leaves of Shida	石 灰 窒 素 Ca-cyanamide	蛇紋過磷酸 Serpentine superphosphate	塩 化 加 里 K-chlorid	4月10日	5月1日	6月10日
A	366	54	120	30		23.8	23.8
B	360	108	120	30		13	13
C	720	108	120	30		13	13
D	720	144	120	30		7	6
E	1080	144	120	30		7	6
F	1080	180	120	30		—	—
G	360	—	120	30	20	25.2	20

各試験区は3回繰返しとした。

### 2) 試験結果

生長調査は1959年12月中旬行なつた。中央より16本を選び調査することにしたが、多少葉害もありまたシダ埋設による乾燥被害とともに赤枯病の発生も見たので、中央部で16本の試料を得られない場合が多かつた。その時にはその周辺のもの測定し大体1区16本づつを調査した。直径、苗高、伸長、枝幅などを調査したが、いま苗高につき、本数分配状態を示すと Table 33 のようである。

また1960年2月8日苗木を掘りとり、生重量、生立本数、T/R比などの関係を求めた。総合結果は Table 34 のようである。

これらの結果から次のことが推論出来た。

i) シダ茎葉の分解状態 数量的に示し得ないが、混入したシダの茎葉は殆ど原形を止めないような程に腐朽していた。苗木堀取りの時鋏にかかるようなものではなく、黒く腐朽化していた。この事実



は本実験の第1の目的を充分に達したことになる。

Table 33. 石灰窒素によるシダ分解試験における苗木の生育状況 (苗高別本数分配)  
Growth of Sugi, Hinoki and Kuromatsu seedlings at the plots which  
decomposed the Shida by Ca-cyanamide

樹 種 Kind of tree	苗 高 階 Height class cm	A	B	C	D	E	F	G
スギ	～ 10						2	2
	～ 15	10	6	2	14	4	8	2
	～ 20	31	15	13	14	13	14	13
	～ 25	19	27	13	34	35	19	33
	～ 30	15	25	27	12	21	30	18
	～ 35	6	17	15	20	19	13	5
	～ 40	13	4	6	4	6	8	5
	～ 45		4	6			2	2
	～ 50	2		8	2	2	4	
	～ 55	2		2				
Sugi	～ 60	2		6				
	30以上のものの計 total numbers of 30cm over	25	25	43	25	27	27	12
	調 査 本 数 Measured numbers	48	48	47	49	48	48	44
ヒノキ	～ 10		5					
	～ 15	41	27	35	38	22	23	22
	～ 20	23	30	46	48	50	38	37
	～ 25	20	22	11	14	24	33	27
	～ 30	14	11	4		2	4	10
	～ 35	2	5	4			2	2
	～ 40							2
	調 査 本 数 Measured numbers	44	37	28	21	42	48	41
クロマツ	～ 10	17	15	14	12	21	14	10
	～ 15	72	71	75	75	60	57	73
	～ 20	9	12	9	11	19	20	13
	～ 25	2	2	2	12		7	2
	～ 30						2	2
	調 査 本 数 Measured numbers	46	48	44	44	42	44	48

ii) 枯損 Table 34 (7)欄に示したように、1年後の生立本数はかなり減少しておる。ただしその消失の原因はの全部が石灰窒素の葉害であるとはいえない。石灰窒素量が $\text{m}^2$ 当り 54 g から 180 g の間に枯損率に大差がないことに留意すべきであらう。しからば枯損の原因はなんにあるか？ 俄かに推論し得ないが、シダ混入のための土壌の乾燥、有機物分解により土壌の Eh が低下するためにおこる諸害または還元状態になり  $\text{NH}_4\text{-N}$  の揮散が起ること、\* あるいはシダ分解のために発生する  $\text{CO}_2$  ガスに対する樹種特性などが考えられる。

本実験の結果ではヒノキが最も枯損率が高く次でクロマツでスギが一番生残り本数が多いのである。

\* 奥田 東 (1959) 肥科学概論 P.136, 139

Table 34. 昭和34年度シダ腐朽分解促進試験地の苗木の生長  
Growth state of the seedlings grown the plots which examined the decomposition of Shida

Plot		A	B	C	D	E	F	G
Growth of the seedlings								
(1) 地上部の重量 (T) Fresh weight of top part	ス ギ	22.9	36.1	27.1	31.1	28.4	<b>35.3</b>	33.2
	ヒ ノ キ	11.7	<b>12.5</b>	8.7	8.1	9.2	10.6	12.1
	クロマツ	12.0	15.1	11.4	18.5	13.9	<b>17.8</b>	15.2
(2) 地下部の重量 (R) Fresh weight of root	ス ギ	7.7	8.5	6.1	6.8	7.5	<b>7.9</b>	6.8
	ヒ ノ キ	3.6	3.5	2.4	2.7	<b>3.6</b>	3.1	3.0
	クロマツ	4.6	5.3	4.6	6.0	5.5	<b>6.9</b>	5.8
(3) T/R Ratio	ス ギ	3.1	4.1	5.1	4.4	3.9	<b>5.1</b>	4.8
	ヒ ノ キ	3.6	4.2	4.7	4.6	3.2	2.7	4.3
	クロマツ	3.3	2.9	2.8	3.3	2.6		2.6
(4) 伸 長 量 Height growth (cm)	ス ギ	14	18	18	15	18	17	16
	ヒ ノ キ	11	10	9	9	9	9	10
	クロマツ	4	5	4	4	5	5	4
(5) m <sup>2</sup> 当りの平均生重量 Average fresh weight of total seedling (g/m <sup>2</sup> )	ス ギ	1150	1550	1115	1020	1425	<b>1465</b>	766
	ヒ ノ キ	316	316	250	225	333	<b>425</b>	307
	クロマツ	233	517	650	417	483	<b>617</b>	550
(6) 1本当りの平均重量 Average weight of one seedling	ス ギ	47.9	59.5	44.7	39.6	50.0	49.4	36.5
	ヒ ノ キ	17.0	17.2	13.6	16.1	15.6	17.3	18.0
	クロマツ	20.0	20.1	22.3	20.1	2.3	27.2	26.6
(7) 1m <sup>2</sup> 当りの平均生立本数 Numbers of seedling served per m <sup>2</sup>	ス ギ	24	26	25	26	29	29	21
	ヒ ノ キ	19	18	18	16	21	25	17
	クロマツ	23	23	29	21	21	23	21

また Table 2 において示したように、同一年度に同様の苗木を用い、隣接苗畑で石灰窒素をm<sup>2</sup>当り 150 g 施した場合でも枯損率が極めて低かつたことからそう考えられるのである。

石灰窒素の毒性に対する抵抗性は筆者等の実験によるとスギが最も弱く、ヒノキ、マツの順に強いと考えられる。シダを混入した場合の本実験では逆の傾向を示している。

iii) 生長状態からいうと F 区が最も優れている。シダ茎葉を m<sup>2</sup> 当り 1080 g と 石灰窒素を m<sup>2</sup> 当り 180 g 加えても 2 週間おいて床替すれば枯損も少なく生育もよいのである。

iv) ただし問題がある。以上はシダ分解試験地のみを見ていえるのであるが、これらの生育状態はわれわれが期待する生長量からいえば遙かに低いことである。同じく石灰窒素を用いても、シダの茎葉を全然加えない場合には一層優れた生育をなしているのである。(Table 17 参照)

以上のことから石灰窒素はシダ茎葉の分解促進には効果があるが、シダ分解とその年に優良苗木を養成することを同時に期待しようとする時には、石灰窒素とシダを埋敷してから苗木を移植するまでの間に更に長い時間的ズレをもたせるかまたは他の方法を検討すべきである。

### 3 1960年の実験

1959年の実験で、シダの茎葉はm<sup>2</sup>当り1080 gを施しても石灰窒素を配合して C/N Ratio を下けれ

ば、1ヶ年間にほとんど形状を止めない位に腐朽分解してしまうことが判つたので、1960年にはさらに増量した実験を試みた。

すなわち $\text{m}^2$ 当り1000, 2000, 3000 gの3区を設けた。実験上のミスがあつたのと苗畑土壤が乾燥していたために苗木の生育では期待した成果をおさめることが出来なかつたが、シダ茎葉の分解は充分進ませる可能性を見出した。ただし前年度とちがつてまだ原形を止めている状態であつた。これらも押しつぶして見ると分解がかなり進んでいることが判り、また明らかに黒い腐朽化した部分が増加していることを確かめた。生育不良の原因を考えて見るに、1960年はシダ茎葉の量を多くしたのに対して窒素量を少なくしたためと思われる。苗木はスギ、ヒノキ、クロマツを通して褪色し、本地方でスギ苗の生育旺盛な9~10月になつても恢復しなかつた。

いわゆる窒素飢餓の状態におちいつたものと察せられる。

追記：試みに苗木を翌年まで据おいて1961年9月に観察したところ、葉色は恢復し、生育も著しく増進してきているので、かかる方法で苗畑土壤改善の所期の目的が達成されるものと期待される。

#### 4 摘要と考察

i) 苗畑の地力維持増進の為には多量の有機物を導入することを必要とするが、適当な有機物源に乏しいのが常である。そこで山野に多いシダの茎葉を利用しようと考えて実験を試みた。

ii) シダの茎葉は適量の石灰窒素を混入することによつて $\text{m}^2$ 当り1000 g内外ならば1ヶ年でほとんど完全に分解する。

iii) 2年目の実験から、 $\text{m}^2$ 当り3000 g位のシダを混入してもかなり分解が進んでいることを認めた。

iv) シダ茎葉と石灰窒素との配合割合については一応次のことが考えられる。

- 生のシダ茎葉は60%位の含水率である。(実験の結果、生、気乾の減水量はウラボシ57%, コシダ48%であつた。それに気乾状態の含水量を考えると平均60%位と見られる)
- シダ茎葉の炭素含有率は乾物に対し30%仮定する。
- シダ茎葉のN含量は0.2-0.3%内外である。
- 有機物分解に適当な炭窒率は10内外とする。

上記の(a)(b)仮定から生のシダ1000 g中には炭素が120 gとなる。120 gのCに対して12 gのNを配合すればよいが、1000 gの茎葉中にNが1~2 g含まれるので、1000 gのシダ分解のためには10 gのNを補給すればよい。石灰窒素ならば59 gに相当する。

実験の結果シダの茎葉は $\text{m}^2$ 当り3000 g位は腐朽されるようであり、そのために必要な石灰窒素は $59 \text{ g} \times 3 = 177 \text{ g}$ であり、それは恰かも白浜試験地のような開墾後新らしく、やせている苗畑で必要とする $\text{m}^2$ 当り30 gのNに相当する。

また白浜の苗畑での3要素試験の結果 $\text{m}^2$ 当り  $\text{P}_2\text{O}_5$ : 25 g,  $\text{K}_2\text{O}$ , 20 gを施すのが適当であり、石灰窒素にはP-源として蛇紋岩過磷酸が適当であることも実験の結果明らかにされた。

以上の各項を総合して、シダを有機物源として苗畑に入れる場合には、苗木の生育との面を考えて次の配合が妥当であると思われる。

$\text{m}^2$ 当り配合量

シダ茎葉(生)	3000 g
石灰窒素	177 g
蛇紋岩過磷酸	167 g
塩化加里	40 g

これはまた推測の域であるが参考までに記しておく。

v) 本実験ではシダと石灰窒素を混合して苗畑へ施与してから16日後に苗を移植したが、苗木の生育は期待よりも劣つた。その原因としては有機物が多いために、この位の石灰窒素量ではN-飢餓の

状態になるのか、あるいは完全に腐朽するまでは通気がよ過ぎて土壤が乾燥に陥るのではないかととも考えられる。故にNの追肥を試みるか、休閑地において除草をかねてシダの腐朽をはかるように応用すれば、シダ地帯の育林作業上1石2鳥となるであろう。

む す び

石灰窒素の毒性はウラジロまたはコシダの地上部を枯殺するばかりでなく、地下茎の腐朽・分解にも効力を発揮し、かつ残効として造林木の生長を促進する。

石灰窒素はスギ、モリシマアカシア、ユーカリなどに、N-源として肥効が高い。

N-源として石灰窒素を用いる時にはP-源は蛇紋過磷酸を配するのが肥効の高い例が多い。

石灰窒素は白浜のような瘠せた土壤では $\text{m}^2$ 当り120gまでは施しても、施与後約15日間をすぎてから移植すれば薬害はほとんどない。

石灰窒素は腐朽の困難なシダの茎葉の分解を促進するので、林地・苗畑の土壤改善に1石2鳥の効果がある。

以上実験の結果から一応のめやすを得たが、石灰窒素の誤りない活用と効用の増進に関しては今後なお多くの研究課題が残されている。

## Summary

We studied on the applications of Ca-cyanamide to forest nursery or planted trees. This study consists of following three main points.

- I. On the evasion and utilization of the poisonous action of Ca-cyanamide.
- II. On the fertilizing utility of Ca-cyanamide on the young seedlings and on the methods to increase it.
- III. On the utilization of Ca-cyanamide for promoting the decay or decomposition of the organic matters.

The experiments were made to clarify the points mentioned above from 1957 to 1960.

The results of the experiments are summarized as follows.

### I-1. On the evasion of the poisonous action of Ca-cyanamide.

From the experimental results it may be concluded that:

1. Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) seedlings are less resistance against poisonous effects of Ca-cyanamide than Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.) or Japanese black pine (*Pinus Thunbergii* Parl.).
2. The poisonous action of Ca-cyanamide varies according to the soil temperature and other soil conditions. But, its injurious effects can be avoided by waiting for a few days as shown in table 3 from Ca-cyanamide applied to till retransplantation of the seedlings.
3. When Ca-cyanamide is applied for the sake of weeding, insecticide or sterilization at such a rate as present use, it does not injure the seedlings of Sugi or Hinoki which are transplanted after ten days it was applied.
4. From the point of view of poisonous action it seems more desirable to apply it half or one third of total amount of Nitrogen as Ca-cyanamide than to apply it as Ca-cyanamide alone.
5. We may be sure that if Ca-cyanamide is applied with Ca-superphosphate or Potassium chloride, its injury is so great as not effect it is applied alone.

### I-2 Utilizations of poisonous action of Ca-cyanamide.

1. Urajiro (*Dicranopteris glauca* Nakai) and Koshida (*D. dichotoma* Bernh), which grow thick in west part of Japan, especially in coast districts, are great obstacles from the view-point of forestry. Not only they directly, make harder for the silvicultural operations such as weeding, planting, and after-weeding, but also, indirectly, they are disagreeable, making the soil condition worse for supply of water and integration of the organic materials.

2. The main foresting counterplans in shida-areas are, first, to exterminate them, second, to control their rebirth, and then, to quicken decomposition of their rhizome. And at the same time it is important to supply N-fertilizer. As Ca-cyanamide seemed to play these roles, we carried out a few experiments.

3. Ca-cyanamide shows in one to three weeks even when it is applied without mowing away Shida-plants, a remarkable effect of destruction the shida-plants. (see Table 12, 13) Proper quantity of its applications are between 300g and 600g per m<sup>2</sup>. If Ca-cyanamide applied after mowing away of Shida-plants can control their rebirth in such a small quantity as 200g per m<sup>2</sup>.

4. It may be safe to say that Ca-cyanamide has an influence upon the moisture condition of soil and circulation of nourishments as well as it lessens the labour of digging planting holes and after-weeding. Because it destroys not only Shida plants what is on the ground but also the rhizomes of its.

5. In this experiment Ca-cyanamide applied in May or June showed the before-mentioned effects. And perhaps it shows more remarkable effects if applied in the latter part of August to beginning of September, from the experiment measured the amount of regenerated shida or July, when rhizome of Shida-plants are in lowest condition in their Nitrogen content.

## II. Efficacy of Ca-cyanamide for fertilizer.

1. Ca-cyanamide is even when it is applied alone, more efficacy than non-fertilized condition, both on nursery and forest. See table 16.

2. Effect of Ca-cyanamide can be increased by assorting phosphorous and potassium.

3. As the resource of Phosphorous which is to be assorted with Ca-cyanamide, Ca-superphosphate is of remarkable efficacy, but Serpentine-superphosphate is much more available. And then Fused phosphate has also good efficacy.

4. Ca-cyanamide showed remarkable fertilizing efficacy to Sugi, *Acacia mollissima* and *Eucalyptus saligna*.

## III. The efficacy of Ca-cyanamide to decomposition of organic materials.

1. Stems and leaves of Shida are very difficult material to decompose in its natural condition.

2. If we cut its peaces 10~15cm. in length and mixed them with Ca-cyanamide and then over them up with the soil of nursery 15~20cm. thickness, its decomposition or decay will be much promoted.

3. From the result of the experiments, we think that the following ratio is suitable: 1,000g of fresh material of the Shida: 60g of Ca-cyanamide.

4. At the nursery in Shirahama district, it may be allowed to decompose about 3,000g of Shida per m<sup>2</sup> in a year.

## シダ密生地帯の状況

## Circumstances of the Shida closed area

Photo. 1 ウラジロの密生地帯

Urajiro shida-closed area.



Photo. 3 土壌断面(1)A層が極めて薄い

Soil profil : A-holizon is very thin.



Photo. 5 石灰窒素によるシダ枯殺試験結果

Result of experiment to kill the shida.  
by poisonous action of Ca.cyanamide

Photo. 2 造林木は再生したシダでたちまち被圧される

Planted seedlings were soon enclosed by the regenerated shida.



Photo. 4 土壌断面(2)有機物はほとんどない

Soil profil : there are very few  
soil organic matter.

Fig. 1 plots の 配置

Situation of the plots  
for the experiment to  
kill the shida by Ca-  
cyanamide.

1 列	2 列	3 列	4 列
1-row	2-row	3-row	4-row
A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>
B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>
D <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>

後にそれらの区はヒノキの植栽密度試験区とし、植栽本数を ha 当り第 1 列は 2,500 本、第 2 列は 5,000 本、第 3 列は 10,000 本、第 4 列は 40,000 本とした。そして各々の場合についてシダ枯殺のために散布した石灰窒素の残効を検討した。

Afterword, these plots were planted Hinoki seedlings 1-row 2500/ha, 2-row 5000/ha, 3-row 10,000/ha, and 4-row 40,000/ha, thus we observed the influence of Ca-cyanamide which applied to kill the shida.

## 石灰窒素施与による苗木の生育状態の比較

Comparison of growth of the seedlings by application of Ca-cyanamide.

Photo. 6 Relation between the amount of Ca-cyanamide and growth of Sugi seedlings.

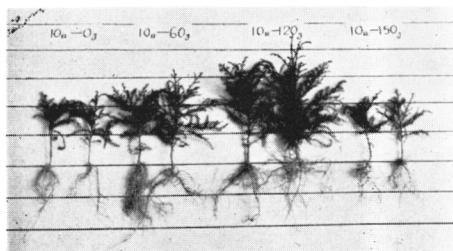


Photo. 9 Growth of the seedlings in non fertilizing plot.

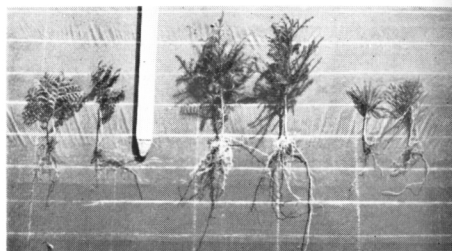


Photo. 7 Hinoki seedlings.

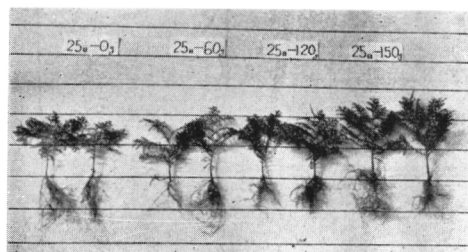
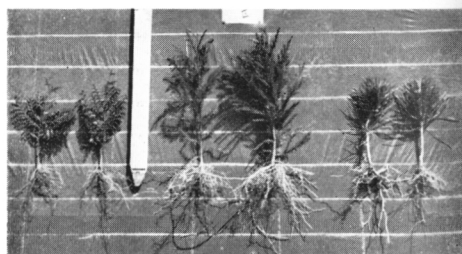
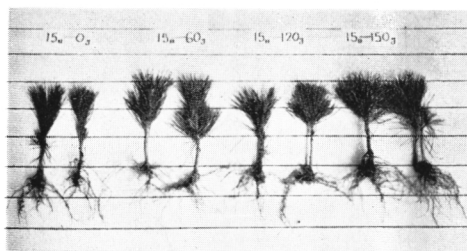
Photo. 10 Growth of the seedlings in Ca-cyanamide  $120\text{ g/m}^2$  plot.

Photo. 8 Kuromatsu seedlings.

Photo. 11 Growth of the seedlings in Ca-cyanamide  $120\text{g}$ , Ca-superphosphatic  $120\text{g}$  and K-chloride  $24\text{g}$  plot.



## 肥料の形態とスギの生長との関係

Relation between the forms of fertilizer and growth of Sugi seedlings

Photo. 12 Am-sulphate and Ca-superphosphate plots.

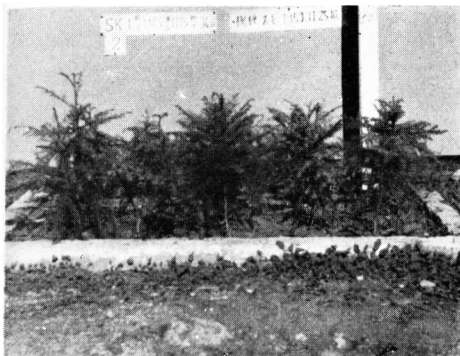


Photo. 13 Am-sulphate and serpentine superphosphate plot.



Photo. 14 Ca-cyanamide and Ca-superphosphate plot.



Photo. 15 Ca-cyanamide and serpentine superphosphate plot.



Photo. 16 Urea and Ca-superphosphate plot.



Photo. 17 Urea and serpentine superphosphate plot.





サリグナニューカリに対する肥効比較 Comparison of fertilizing effect on the Eucalyptus saligna

Photo. 18 State of Ca-cyanamide plot (Aug. 19)



Photo. 20 Growth condition of Ca-cyanamide plot. (one year seedling)



バックの1  
間隔は10 cm

Photo. 19 Non fertilizing plot (Aug. 19)



Photo. 21 Growth of Kamishima fertilizer plot. (one year seedling.)



Photo. 23 Growth of non fertilizer plot. (one year seedling.)

Photo. 22 View of a parts of the experimental plots. (one year seedlings.)

